الذكاء الاصطناعي

ثورة في تقنيات العصر

دكتور . عبدالله موسى
دكتور أحمد حبيب بلال

ARTIFICIAL INTELLIGENCE



الذكاء الاصطناعي
ثورة في تقنيات العصر

فهرسة أثناء النشر إعداد إدارة الشئون الفنية - دار الكتب المصرية

موسى، عبدالله

الذكاء الاصطناعي/ تأليف: عبدالله موسى، أحمد حبيب بلال، ط1 ـ القاهرة: المجموعة العربية للتدريب والنشر، 2019

330 ص: 24x17 سم.

الترقيم الدولي: 978-977-722-152-8

1- الذكاء الصناعي

أ ـ العنوان

ديوي: 001,535 رقم الإيداع: 2019/17855

حقوق الطبع محفوظة

تحذير:

جميع الحقوق محفوظة للمجموعة العربية للتدريب والنشر ولا يجوز نشر أي جزء من هذا الكتاب أو اختزان مادته بطريقة الاسترجاع أو نقله على أي نحو أو بأية طريقة سواء كانت إلكترونية أو ميكانيكية أو خلاف ذلك إلا بموافقة الناشر على هذا كتابة ومقدما.

الطبعة الأولى

2019



الناشر

المجموعة العربية للتدريب والنشر

8 أ شارع أحمد فخري - مدينة نصر - القاهرة - مصر

تليفاكس: 23490242 - 23490419 (00202)

الموقع الإلكتروني: www.arabgroup.net.eg

E-mail: info@arabgroup.net.eg

elarabgroup@yahoo.com

الذكاء الاصطناعي

ثورة في تقنيات العصر

تأليف

الدكتور

عبد اللـه موسى

الدكتور

أحمد حبيب بلال

الناشر

المجموعة العربية للتدريب والنشر



2019

بسم اللـه الرحمن الرحيم

(رَبِّ اشْرَحْ لِي صَدْرِي {25/20} وَيَسِّرْ لِي أَمْرِي {26/20} وَاحْلُلْ عُقْدَةً مِّن لِّسَانِي {27/20})

صدق اللـه العظيم

(سورة طه، الآيات 27-25)

المحتويات

مقدمة

نقدم هذا الكتاب إلى الباحثين والمثقفين، وكل من يتابع الجديد في تقنيات العصر وثورته المعرفية والتقنية في شتى مجالاته.

وهو بعنوان الذكاء الاصطناعيّ: ثورة في تقنيات العصر، وقد تم اختيار هذا العنوان بالتحديد؛ لأن الذكاء الاصطناعيّ صار كيانا متواجدا في شتّى مجالات العصر وتقنياته، فأنت تجده في تطبيقات وخدمات الإنترنت، وفي الكمبيوتر وتطبيقاته وألعابه المتقدمة، وفي الطب، وفي الصناعة، والزراعة، والهندسة، والتعليم، وغيرها من مجالات الحياة المختلفة، وما لها من تقنيات متعددة تقوم الآن في جوهر صناعتها على الذكاء الاصطناعيّ.

هذا الكتاب يتناول بين صفحتي غلافه ثمانية عشر موضوعا، تمثل في مجملها أهم الأبعاد والعناصر التي تهم القارئ في مجال الذكاء الاصطناعيّ أن يطّلع عليها؛ ليكون قاعدة صلبة يعتمد عليها أثناء حديثه عن الذكاء الاصطناعيّ، أو دراسته له أو بحثه فيه مع الاستزادة من المصادر الأخرى.

وقد تناول الكتاب العديد من الموضوعات في مجال الذكاء الاصطناعي، مُبتدِأً بتعريفه وبيان مفهومه، ثم عرض لأهم المفردات المرتبطة بالذكاء الاصطناعيّ؛ لإزالة اللبس بينها وبين مفهوم الذكاء الاصطناعي، انتقل بعدها للحديث عن تاريخ الذكاء الاصطناعيّ؛ لبيان كيف كان، وكيف صار، وأن هذا المفهوم لم يقم في الهواء، حيث إن له فلسفة قام عليها، وتناولها الكتاب بعد الحديث عن تاريخ الذكاء الاصطناعيّ.

انتقل الكتاب بعد التنظير للذكاء الاصطناعيّ وبيان ماهيّته وتاريخه وفلسـفته إلى بيـان مجالات الذكاء الاصطناعيّ وحـدوده، وفـيما يسـتخدم، مُكمـلًا الحـديث عـن أهـم الموضـوعات المرتبطة بمجال الذكاء الاصطناعي، مثل الخوارزميات، وبيان علاقتها بالذكاء الاصـطناعي، والـتعلم الآلي والعميق، والبيانات الذكية، والأنظمة الخبيرة، وبيان الفرق بينها وبين الذكاء الاصطناعيـ وإظهار العلاقة فيما بينهم.

عرض الكتاب أيضا لمسـتقبل الـذكاء الاصطناعيـ وتوقعـات العـاملين بمجالـه لمسـتقبله، موضِّحًا التطبيقات والابتكارات التي يقدمها الذكاء الاصطناعي للعاملين تحت مظلته، متنـاولا واحدا من أهم التطبيقات الحديثة الذي يقوم بكامل تجهيزاته على الذكاء الاصـطناعي، وهـو الروبوت، انتقل بعدها للحديث عن ألعاب الكمبيوتر المتقدمة باعتبارها أحد أهم التطبيقات التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي في مجال الكمبيوتر.

ختم الكتاب حديثه عن الذكاء الاصطناعي ببيان دوره في العملية التعليميـة باعتبـار أن التعليم والاهتمام به وتطويره أحد الركـائز الأساسـية التـي يقـوم عليهـا تقـدم الأمـم ورقيُّهـا، فعرض لكيفية الاستفادة من الذكاء الاصطناعي في مجال التعليم.

وضعنا بين أيديكم هذا الكتاب، ونتمنى أن يكون في المستوى المرغوب، ونأمل من اللـه - عز وجل - ألا نكون قد أهملنا أو قصرنا في كتابته وتجميع أجزائه، وألا نكـون قـد قصرنـا في عرض عناصره المتعددة.

وقد حرصنا في هذا الكتاب على أن نقوم بالحـديث عـن جميـع العنـاصر والموضـوعات التي تهم القـارئ أو الباحـث في مجـال الـذكاء الاصـطناعي؛ لتحقيـق الهـدف الأسـمى، وهـو توصيل العلم والمعرفة.

ونتمنى من اللـه - عز وجل - أن يتم علينا نعمته، وأن يهدينا إلى طريق الخـير والحـق والقيم والأخلاق الفاضلة، ونسأل اللـه أيضًا أن يكتب لنا ولكم النجاح والتوفيـق إلى كـل مـا يحبه ويرضاه.

الفصل

الأول

ماهيــة

الذكاء الصناعي

ويشتمل هذا الفصل على النقاط التالية:

- ✓ مقدمة
- ✓ مفهوم الذكاء الاصطناعي

الفصل الأول

ماهية الذكاء الاصطناعي

مقدمة:

منذ الثورة الصناعية في إنجلترا في القرن الثامن عشر، بدأ العالم يتحول إلى عصر التكنولوجيا والصناعات الحديثة، مما يعكس بوضوح حياة الإنسان ورفاهيته والبحث عن وسائل أعلى وأكثر فاعلية للراحة والاستمتاع بالحياة.

فعندما نذكر كلمة الثورة الصناعية، يعتقد معظمنا أنها كانت ثورة صناعية واحدة فقط حدثت في إنجلترا. لكننا الآن نجد أن العالم يشهد ثورة صناعية رابعة، حيث قدمت الثورة الصناعية الرابعة العديد من فرص النمو الفريدة لمختلف اقتصادات العالم، على عكس الثورات الصناعية السابقة التي ركزت فقط على أتمتة (ميكنة) عمليات الإنتاج وزيادة الأرباح. حيث قدمت الثورة الصناعية الرابعة نموذجاً مختلفاً تماماً هو عبارة عن مزيج من العوالم المادية والرقمية والبيولوجية.

في سياق هذه الثورة الحديثة، فإن تكامل الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence (AI) والروبوتات Robotics في حياتنا اليومية أصبح يتسارع بشكل متزايد، وسوف يصبح الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي جزءاً أساسياً من كل ما نستخدمه في حياتنا، مثل الأجهزة المنزلية والسيارات وأجهزة الاستشعار والطائرات بدون طيار.

أطلقت هذه الثورة الجديدة، مدفوعة بتطور الذكاء الاصطناعي في العقود الأخيرة، مجموعة مذهلة من الإمكانات، بما في ذلك اكتشاف أسرار وراثية وفتح للدماغ البشري، حيث تسعى هذه التقنيات الجديدة إلى إيجاد طرق أسرع وأكثر كفاءة وأذكى لإنجاز مهام يومية مختلفة أو حتى في حالات أخرى، لتطوير ذكاء اصطناعي يتجاوز الذكاء البشري.

فأنظمة الذكاء الاصطناعي تتطور بسرعة قد تبدو في بعض الأحيان أنها سحرية، حيث يعتقد الباحثون والمطورون أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يصبح قوياً لدرجة أنه سيكون من الصعب على البشر السيطرة عليه، فالذكاء الاصطناعي - على سبيل المثال - له تأثير واضح على النمو الاقتصادي لأنه يؤثر بشكل مباشر على وظائف الإنتاج للسلع والأفكار، ومع ذلك فإن تقدم الذكاء الاصطناعي وتأثيراته على الاقتصاد الكلي يعتمد على السلوك الغني المحتمل للشركات، وتتأثر الحوافز وسلوك الشركة، وهيكل السوق، والاختلافات القطاعية بشكل مباشر بوجود الذكاء الاصطناعي والنظم الخبيرة.

مفهوم الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence(AI)

الذكاء الاصطناعي (AI) يعني أشياء مختلفة لأناس مختلفين لكن البعض يعتقد أن الذكاء الاصطناعي مرادف لأي شكل من أشكال الذكاء؛ ويؤكدون على أنه ليس من المهم أن يتم التوصل إلى هذا السلوك الذكي عبر نفس الآليات التي يعتمد عليها البشر.

بينما يرى آخرون أنه يجب أن تكون أنظمة الذكاء الاصطناعي قادرة على محاكاة الذكاء البشري.

إذا أردنا أن نفهم كيف يقوم البشر بالسلوك الذكي، يجب أولاً أن نفهم الأنشطة التي تعتبر ذكية بالمعنى الفكري والعلمي والنفسي والتقني. على سبيل المثال، إذا أردنا بناء إنسان آلي قادر على المشي مثل الإنسان، فعلينا أولاً أن نفهم عملية المشي من كل وجهة نظر، وبالرغم من ذلك فإننا إذا فهمنا عملية المشي إلا أن الأشخاص لا ينجزون الحركة من خلال الإعلان عن مجموعة من القواعد الرسمية التي تشرح كيفية اتخاذ الخطوات.

كذلك عندما يُطلب من عدد من الخبراء البشريين شرح كيفية تحقيقهم لمستوى

أدائهم في أي مجال أو محاولة، على سبيل المثال، عندما طُلب من بعض الطيارين شرح براعتهم للطيران، تراجع أداءهم فعليًا، لان أداء الخبراء لا ينبع من التحليل المستمر والوعي، ولكن من مستويات العقل الباطن.

فعلى سبيل المثال إذا طلب من أستاذ الميكانيكا أن يشير إلى مبادئ الميكانيكا وهو يحاول ركوب الدراجة الهوائية الأحادية العجلة ووصف قواعد نجاحه على الدراجة الهوائية، هو أمر محكوم عليه بالفشل. وبالمثل، إذا حاول Unicyclist أن يتعلم قوانين الميكانيك وتطبيقها أثناء قيامه بحرفه، هو أيضا أمر محكوم عليه بالفشل وربما حدثت حادث مأساوي.

الأمر الذي نود الإشارة إليه هو أن المهارة البشرية والخبرة في العديد من التخصصات يبدو أنهما تم تطويرهما وتخزينهما في العقل الباطن، بدلاً من أن يكونا متاحين بناء على طلب واضح من الذاكرة أو المبادئ الأولى

في اللغة اليومية، مصطلح اصطناعي يعني (من صنع الإنسان) وهو بصفة عامة له مصطلح له دلالة سلبية باعتباره شكلاً أقل من الشيء حقيقي، إلا أن الأجسام الاصطناعية غالبا ما تكون متفوقة على الأشياء الحقيقية أو الطبيعية، لنأخذ على سبيل المثال زهرة اصطناعية، أو جسم مصنوع من الحرير والأسلاك قمنا بترتيبه ليشبه برعمًا أو براعمً فهذه الأداة لها عدة مميزات، منها عدم الحاجة إلى أشعة الشمس أو الماء من أجل قوتها، وهي توفر عملية زخرفة للمنزل أو الأعمال التجارية. ويمكن القول أن شعورها ورائحتها أقل شأنا من تلك الموجودة في الزهرة الطبيعية بالإضافة إلى أنها يمكن أن تبدو إلى حد كبير في نفس شكل الشيء الحقيقي.

لنأخذ مثالا آخر هو الضوء الاصطناعي الذي تنتجه الشموع، وفوانيس الكيروسين، أو المصابيح الكهربائية، فهو يتفوق على الضوء الطبيعي لأنه يمكن الوصول إليه دائمًا حيث أنه من الواضح أن ضوء الشمس لا يتوفر إلا عندما تظهر الشمس في السماء.

فكر في المزايا التي توفرها أجهزة الحركة الاصطناعية - مثل السيارات والقطارات والطائرات والدراجات - من حيث السرعة والمتانة عند المقارنة مع الركض والمشي وغير ذلك من أشكال النقل الطبيعية، مثل ركوب الخيل.

إن مزايا الأشكال الاصطناعية للنقل تخففها العوائق الصارخة، فالأرض مرصوفة بالطرق السريعة في كل مكان، وغلافنا الجوي محمل بعوادم السيارات، كما أن راحة البال لدينا تتعطل بسبب الدّين.

مثل الضوء الاصطناعي، والزهور، والنقل، فإن الذكاء الاصطناعي ليس طبيعيًا، ولكنه من صنع الإنسان.

يتكون الذكاء الاصطناعي من كلمتين: الأولى اصطناعي Artificial وتشير إلى شيء مصنوع أو غير طبيعي، الثانية ذكاء Intelligence ويعني القدرة على الفهم أو التفكير.

قد يكون تعريف الذكاء أكثر صعوبة من تعريف الاصطناعي.

حيث يمكن تعريف الذكاء بأنه القدرة المعرفية للفرد على التعلم من التجربة، والعقل، وتذكر المعلومات الهامة، والتعامل مع متطلبات الحياة اليومية.

فعلي سبيل المثال نحن جميعًا على دراية بالأسئلة حول الاختبارات القياسية التي تطلب منا تقديم الرقم التالي في السلسلة التالية، كما في: 1، 3، 6، 10، 15، 21 ...

ربما لاحظت أن الفجوة بين الأرقام المتتالية تزداد بمقدار واحد ؛ على سبيل المثال من 1 إلى 3، الزيادة هي اثنين، في حين أن من 3 إلى 6، هو ثلاثة، وهكذا. فالإجابة الصحيحة هي 28. هذه الأسئلة مصممة لقياس كفاءتنا في تحديد الملامح البارزة في الأنماط.

وعليه فبعد تعريفنا للذكاء، قد تطرح الأسئلة التالية:

- ✓ كيف تقرر ما إذا كان شخص ما (شيء ما؟) ذكي؟
- ✓ هل الحيوانات ذكية؟
- ✓ إذا كانت الحيوانات ذكية، كيف تقيس ذكاءها؟

يمكن لمعظمنا الإجابة على السؤال الأول بسهولة. نحن نقيس ذكاء الآخرين مرات عديدة كل يوم من خلال التفاعل معهم - من خلال تقديم التعليقات أو طرح الأسئلة، ومن ثم مراقبة ردودهم.

وعلى الرغم من أننا لا نملك إمكانية الوصول المباشر إلى عقل شخص آخر، إلا أننا نشعر بالثقة من أن هذا العرض غير المباشر المقدم من الأسئلة والأجوبة يعطينا تقييمًا دقيقًا للنشاط الدماغي الداخلي.

إذا التزمنا بهذا الأسلوب التحادثي لقياس الذكاء، كيف نتناول مسألة ذكاء الحيوان؟ إذا كان لديك حيوان أليف، فيمكنك الإجابة على هذا السؤال بنفسك. حيث يبدو أن الكلاب تتذكر الأشخاص الذين لم يروهم منذ شهر أو شهرين، ويمكن أن تجد طريقها إلى المنزل بعد أن تضيع. أما القطط غالبا ما تظهر الإثارة خلال افتتاح علب في وقت العشاء.

بعض المخلوقات ذكية فقط في مجموعات. على سبيل المثال، النمل حشرات بسيطة، تظهر مستعمراتها حلولاً استثنائية للمشاكل المعقدة، مثل العثور على الطريق الأمثل من العش إلى مصدر الغذاء، وحمل الأجسام الثقيلة، وتشكيل الجسور فالذكاء الجماعي ينشأ من التواصل الفعال بين الحشرات الفردية.

لابد من التأكيد على التمييز بين التفكير والذكاء. فالتفكير هو وسيلة تحليل، تقييم، وصياغة الأفكار والمفاهيم. وليس كل القدرة على التفكير تعد ذكاءا. ربما يكون الذكاء أقرب إلى التفكير الكفء والفعال.

كثير من الناس يتحيزون في التعامل مع هذه المسألة، قائلين: "أجهزة الكمبيوتر مصنوعة من السيليكون وإمدادات الطاقة، وبالتالي فهي غير قادرة على التفكير"، أو على الجانب الآخر، "أداء أجهزة الكمبيوتر أسرع بكثير من البشر، وبالتالي يجب أن تكون أكثر ذكاء من البشر ". الحقيقة هي على الأرجح في مكان ما بين هذين النقيضين.

لذا كان من الصعب تحديد مصطلح الذكاء الاصطناعي ببساطة وبقوة. ومع ذلك، نود أن نحاول استخدام أمثلة وتعريفات تاريخية، لتمييز مجال الذكاء الاصطناعي.

ففي عام 1955، كان جون مكارثي، أحد رواد منظمة العفو الدولية، أول من حدد مصطلح الذكاء الاصطناعي، على النحو التالي:

الهدف من الذكاء الاصطناعي هو تطوير آلات تتصرف وكأنها ذكية.

يمكن أن يكون هناك الكثير من تعريفات الذكاء الاصطناعي، تتمحور جميعها حول دراسة كيفية تدريب الأجهزة والآلات لتقوم بأشياء بشكل أفضل مما يفعلها الإنسان في الوقت الحاضر، لذلك فهو ذكاء حيث نريد أن نضيف كل القدرات التي يتميز بها الإنسان للآلة.

وعليه فمن الممكن وضع تعريف للذكاء الاصطناعي على أنه طريقة لصنع حاسوب، أو روبوت يتم التحكم فيه بواسطة الكمبيوتر، أو برنامج يفكر بذكاء، بنفس الطريقة التي يفكر بها البشر الأذكياء.

أو أن الذكاء الاصطناعي هو علم صنع الآلات التي تقوم بأشياء تتطلب ذكاء إذا قام بها الإنسان.

عرفة مارفن لي مينسكي Marvin Lee Minsky بأنه بناء برامج الكمبيوتر التي تنخرط في المهام التي يتم إنجازها بشكل مرضٍ من قبل البشر، وذلك لأنها تتطلب عمليات عقلية عالية المستوى مثل: التعلم الإدراكي وتنظيم الذاكرة والتفكير النقدي.

وبالتالي فالذكاء الاصطناعي هو نظام علمي يشتمل على طرق التصنيع والهندسة لما يسمى بالأجهزة والبرامج الذكية، والهدف من الذكاء الاصطناعي هو إنتاج آلات مستقلة قادرة على أداء المهام المعقدة باستخدام عمليات انعكاسية مماثلة لتلك التي لدى البشر.

يتم تصميم برامج وتطبيقات الذكاء الاصطناعي من خلال دراسة كيف يفكر العقل البشري، وكيف يتعلم الإنسان، ويقرر، ويعمل أثناء محاولة حل مشكلة، ومن ثم استخدام نتائج هذه الدراسة كأساس لتطوير البرمجيات والأنظمة الذكية.

الفصل الثاني

بعض المفردات المتعلقة بالذكاء الاصطناعي

ويشتمل هذا الفصل على النقاط التالية:

- ✓ الوكيل
- ✓ الخوارزمية التكيفية
- ✓ الذكاء الاصطناعي
- ✓ التعلم التلقائي (التعلم الآلي)
- ✓ التعلم العميق
- ✓ الذكاء الاصطناعي الموزع
- ✓ النظم الخبيرة
- ✓ الروبوتات
- ✓ الذكاء الاصطناعي القوي
- ✓ الذكاء الاصطناعي الضعيف

الفصل الثاني

بعض المفردات المتعلقة
بالذكاء الاصطناعي

الوكيل Agent

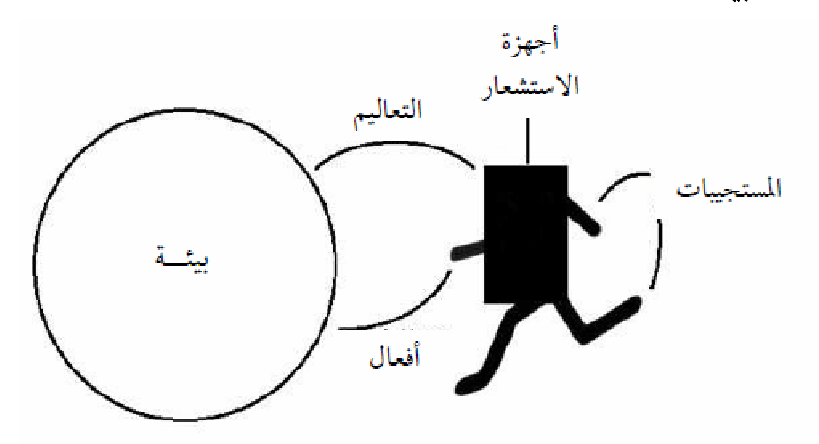
عبارة عن كائن (حدة مستقلة) يستطيع إدراك بيئته environment التي يكون موجوداً فيها عبر المستشعرات sensor التي يمتلكها هذا الكائن ومن ثم التجاوب معها بواسطة اليات التنفيذ actuator أو الجوارح.

أو هو عبارة عن كيان برمجي يمتلك خصائص ذكية مثل: الاستقلالية، التفكير، التنقل الاجتماعية، القدرة على التعلم، التعاون، التفاوض، مما يتيح له إنجاز عمله من دون الحاجة إلى التدخل المباشر أو التوجيه من قِبل الإنسان أو الكيانات الأخرى، كما يمكنه التعاون بشكل تبادلي والتواصل مع الوكلاء الآخرين ومع بيئته لإنجاز المهام الخاصة التي لا يمكن أن تؤديها البرمجيات التقليدية مثل:

- روبوت.
- برنامج تسوق عبر الإنترنت.
- مصنع.
- نظام مراقبة حركة المرور.

بينما يحتوي العامل البشري على أجهزة حسية (أجهـزة استشـعار) مثـل العينـين، الأذنـين، الأنف، اللسان، والجلد وأجهزة لاتخاذ الإجراءات والاستجابة مثل اليدين، الساقين، والفم.

في مجال الذكاء الاصطناعي هو عبارة عن برنامج أو عـنصر روبـوت لديـه القـدرة عـلى إدراك بيئته عن طريق الكاميرات وأجهزة الكشف عن نطاق الأشعة تحت الحمراء والـتصرف وفقاً لهذا التدبير.



الخوارزمية التكيفية

خوارزمية قادرة على تعديل الاستجابات أو البيانات المعالجة وفقاً لكيفيـة تغـير بيئتهـا، على النقيض من الخوارزمية الحتمية. تسمى الخوارزمية التكيفية غير حتمية أو احتماليـة. أو هي خوارزمية تقوم بتغيير سلوكها وقت تشغيلها، استناداً إلى المعلومات المتوفرة، وعـلى آليـة (معيار) محددة مسبقاً.

التعلم التلقائي (التعلم الآلي) Machine Learning

هو أحد فروع الذكاء الاصطناعي (AI) التي تهتم بتصميم وتطوير خوارزميات وتقنيات تسمح لأجهزة الحاسب الآلي بامتلاك خاصية "التعلم"، والتطبيقات البرمجية تصبح أكـثر دقـةً في تنبؤ النتائج دون القيام ببرمجتها بشكلٍ صريحٍ.

إنّ التركيز الأساسي للتعلم الآلي هو بناء خوارزميات بإمكانها استقبال بيانات مُدخَلة، واستخدام التحليل الإحصائي statistical analysisلتنبؤ مُخرجَات ضمن نطاق مقبول.

تُصنَّف خوارزميات التعلم الآلي إلى: التعلم المُراقَب supervised(التعلّم بإشراف)، والتعلم غير المراقب unsupervised (التعلم بدون إشراف)، يقوم الإنسان في التعلم المراقب بتزويد الدخل والإخراج المطلوب، بالإضافة إلى تزويد مدى دقة التنبؤات أثناء تدريب الخوارزمية، وعندما تنتهي الخوارزمية من التعلم، سوف تُطبّق ما تعلَّمَتْه على بيانات جديدة. أما في التعلم غير المراقب فلا حاجة لتدريب الخوارزمية مع المخرجات المطلوبة، وعوضاً عن ذلك، تستخدم نهجاً تكرارياً يدعى (التعلم العميق deep learning) لمراجعة البيانات والاستنتاج منها، وتُستخدَم خوارزميات التعلم غير المراقب في مهام معالجة أكثر تعقيداً من أنظمة التعلم المراقب.

وتتشابه العمليات في التعلم الآلي مع عمليات التنقيب في البياناتdata mining، والنمذجة التنبؤيةpredictive modeling، وكلاهُما يتطلّب البحث في البيانات؛ لاستخراج الأنماط والتعديل في إجراءات البرنامج وفقاً لذلك. نحن نتعامل بشكل شبه يومي بالتعلم الآلي؛ فعندما يقوم الشخص بالتسوق عبر شبكة الإنترنت، تُعرَض عليه إعلانات مُتعلّقة بمشترياتهم، ويحدث ذلك لأن مُحرّكات التوصية recommendation engines تستخدم التعلم الآلي لتخصيص الإعلانات المُعروضة عبر الإنترنت بشكل لحظيّ تقريباً.

التعلم العميق Deep Learning

هو شكل من أشكال الذكاء الاصطناعي مستمد من التعلم الآلي، يرتكز على مجموعة من الخوارزميات تشمل عدة تقنيات كالشبكات العصبية الاصطناعية والتي تحاكي الخلايا العصبية في جسم الإنسان. استوحت الشبكات العصبية الاصطناعية مبدأها من خلال طريقة عمل الدماغ البشري فهي تتكون من عدة خلايا عصبية اصطناعية مرتبطة ببعضها البعض، كلما زاد عددها كلما كانت الشبكة أعمق.

في الدماغ البشري، تتلقى الخلايا العصبية حوالي 100.000 إشارة كهربائية من نظيراتها، إذ يمكن لكل خلية عصبية نشطة أن تحدث تأثيراً محفزاً أو مثبطاً على تلك المرتبطة به. تقوم الشبكة الاصطناعية على نفس المبدأ حيث تنتقل الإشارات بين الخلايا العصبية مع اختلاف بسيط فعوض استعمال الإشارة الكهربائية تعمل الشبكة على وسمها بوزن معين. يكون للخلايا العصبية التي تتلقى كمية كبيرة من البيانات تأثير أكبر على الخلايا العصبية المجاورة، تستجيب الطبقة الأخيرة من الخلايا لهذه الإشارات.

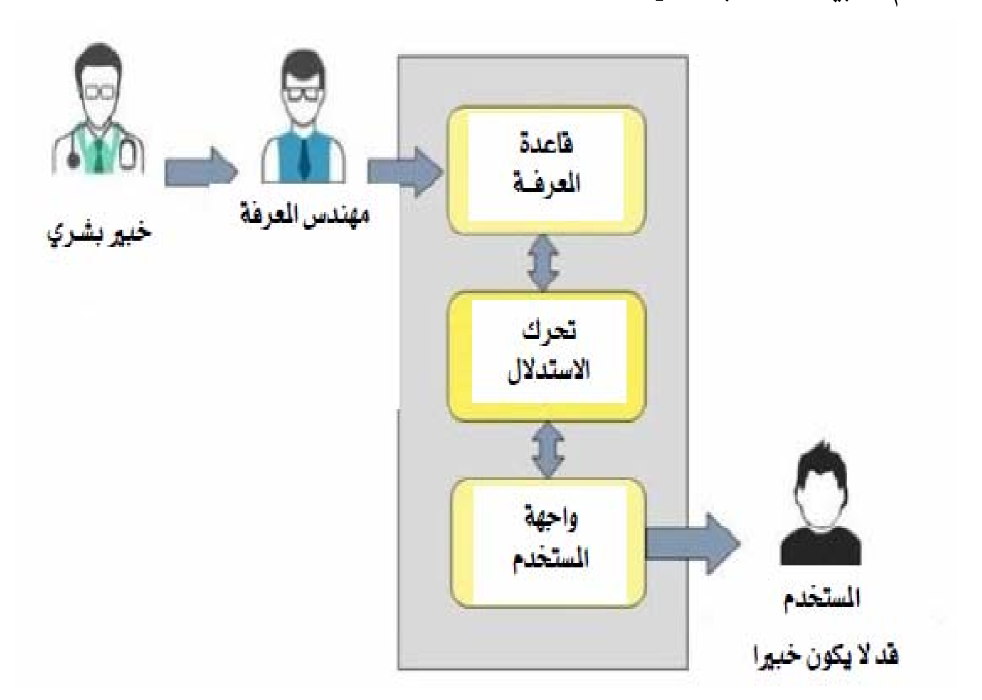
يتطلب التعلم العميق بنية معقدة لتقليد الشبكات العصبية في الدماغ البشري من أجل فهم الأنماط والتصرفات المختلفة وأبعادها في الأوضاع الطبيعية أو حتى مع مصادر التشويش المختلفة مثل وجود الضوضاء، أو وجود تفاصيل مفقودة، أو غيرها من مصادر التشويش، ولكن وبما أن التعلم العميق يحتاج إلي بيانات واحتمالات كبيرة جدا وواسعة النطاق، فإنه يحتاج قوة حاسوبية هائلة، وتتزايد الحاجة إلى هذه الطريقة مع ظهور مفهوم البيانات الضخمة Big Data.

الذكاء الاصطناعي الموزع Distributed Artificial Intelligence(DAI)

فرع من الذكاء الاصطناعي يهدف إلى إنشاء أنظمة لا مركزية قادرة على التعاون والتنسيق لمواجهة المشاكل الكبيرة والمعقدة وحلها، والذي يتميز بالتفكير والمعرفة والبيانات الموزعة فعلياً.

لا تتطلب أنظمة الذكاء الاصطناعي الموزع (DAI) تجميع كل البيانات ذات الصلة في مكان واحد، على النقيض من أنظمة الذكاء الاصطناعي المتراصة أو المركزية التي لديها نقاط معالجة متقاربة إلى حد كبير وتغلق جغرافياً. لذلك تعمل أنظمة الذكاء الاصطناعي الموزع في كثير من الأحيان على عينات فرعية أو انطباعات مجزأة في مجموعات بيانات كبيرة جداً، بالإضافة إلى إمكانية حدوث تغير لمجموعة بيانات المصدر أو يتم تحديثها أثناء تنفيذ نظام DAI.

النظم الخبيرة Expert systems:



هي برامج تستخدم تقنية الذكاء الاصطناعي من أجل المحاكاة لحكم وسلوك إنسان أو منظمة تتمتع بالمعرفة الفنية والخبرة في مجال معين. تعتمد النظم الخبيرة على مكونين: قاعدة معرفة knowledge base وهي مجموعة منظمة من الحقائق حول نطاق النظام، ومحرك الاستدلال inference engine الذي يفسر ويقيم الحقائق الموجودة في قاعدة المعرفة من أجل تقديم إجابة. ومن المهام النموذجية للأنظمة الخبيرة: التصنيف والتشخيص والمراقبة والتصميم والجدولة والتخطيط.

التطبيق	الوصف
مجال التصميم	تصميم عدسة الكاميرا، وتصميم السيارات.
المجال الطبي	نظم التشخيص لاستنتاج سبب المرض من البيانات الملحوظة، إجراء العمليات الطبية على البشر.
نظم المراقبة والرصد	مقارنة البيانات باستمرار مع النظام المرصود أو مع سلوك محدد مثل مراقبة التسرب في خطوط أنابيب النفط
أنظمة التحكم في العمليات	التحكم في العمليات على أساس الرصد
مجال المعرفة	اكتشاف أخطاء في السيارات وأجهزة الكمبيوتر.
المجال المالي / التجاري	كشف الاحتيال المحتمل، والمعاملات المشبوهة، وتداول سوق الأوراق المالية، جدولة شركات الطيران، جدولة الشحنات،... الخ.

الروبوتات Robotics:

هي عبارة عن آله كهروميكانيكية تتكون من هياكل مشابهة للإنسان، يمكن برمجتها لتؤدي بعض الأعمال الشاقة والمرهقة والخطرة التي يقوم بها الإنسان يدوياً بقوة أكبر -وأداء أسرع دون كلل أو تعب وبطريقة آمنة عن العنصر البشري. تعتمد على أنظمة الذكاء الاصطناعي لإعطاء الروبوت القدرة على الحركة، وفهم المحيط، والاستجابة لعدد من العوامل الخارجية.

الذكاء الاصطناعي القوي(Strong Artificial Intelligence (strong AI:

الذكاء الاصطناعي القوي هو مصطلح يستخدم لوصف عملية تطوير الذكاء الاصطناعي إلى الدرجة التي تكون فيها قدرة الآلة الفكرية مساوية وظيفياً للإنسان. في فلسفة الذكاء الاصطناعي القوي، لا يوجد فرق جوهري بين قطعة البرمجيات القائمة على الذكاء الاصطناعي، والتي تحاكي بالضبط تصرفات الدماغ البشري، وأفعال الإنسان الطبيعي، بما في ذلك القوة على الفهم وحتى الوعي.

فالذكاء الاصطناعي القوي ينص على أن الحاسوب يمكن برمجته ليكون عقلاً بشرياً، وأن يكون ذكياً بكل معنى الكلمة، وأن يكون لديه إدراك، ومعتقدات، وأن يكون لديه حالات إدراكية أخرى عادة ما تكون مسندة للإنسان فقط.

وتشمل الخصائص الرئيسة للذكاء الاصطناعي القوي: القدرة على التفكير والتفاعل الذكي، حل الألغاز، إصدار الأحكام، التخطيط والتعلم، والتواصل. كما يجب أن يكون لديه وعي، أفكار موضوعية، ومشاعر، وسلوك.

الذكاء الاصطناعي الضعيف Weak artificial intelligence(weak AI):

هو شكل من أشكال الذكاء الاصطناعي المصمم خصيصاً لكي يركز على مهمة معينة تم تعيينها له بحيث يكون متقنها للغاية. وهو يتناقض مع الذكاء الاصطناعي القوي (الذكاء العام)، الذي يكون فيه الذكاء الاصطناعي قادراً على جميع الوظائف الإدراكية التي قد يمتلكها الإنسان (يشبه الانسان البشري الحقيقي).

أنظمة الذكاء الضيقة أو الضعيفة لا تمتلك ذكاءً عاماً؛ لديها ذكاء محدد يحاكي السلوك الذكي في منطقة محددة. ومن الأمثلة الجيدة على الذكاء الاصطناعي الضعيف هو تطبيق "المساعد الشخصي الذكي SIRI" من شركة أبل، يوظف التطبيق الإنترنت كقاعدة بيانات قوية للإجابة على الأسئلة المنطوقة للمستخدمين، وإجراء محادثة مع أشخاص فعليين، ولكنه يعمل بطريقة ضيقة جداً محددة مسبقاً، ويكن إثبات ذلك من خلال النتائج الغير دقيقة التي تحصل عليها عند إجراء محادثات لم تتم برمجته للاستجابة لها.

يساعد الذكاء الضعيف على تحويل البيانات الضخمة إلى معلومات قابلة للاستخدام من خلال اكتشاف الأنماط والتنبؤات، ومن الأمثلة على ذلك موجز الأخبار على Facebook، والمشتريات المقترحة من Amazon، كما تعد عوامل تصفية البريد الإلكتروني العشوائي مثالاً آخر على نظام الذكاء الاصطناعي الضعيف حيث يستخدم الكمبيوتر خوارزمية للتعرف على الرسائل التي من المحتمل أن تكون غير مرغوب فيها، ثم يعيد توجيهها من البريد الوارد إلى مجلد الرسائل غير المرغوب فيها. كما تلتزم تقنيات الذكاء

الاصطناعي الضعيفة بالقواعد المفروضة عليها ولا يمكن أن تتجاوز تلك القواعد، فالشخصيات في لعبة ما على جهاز الكمبيوتر تعمل بشكل معقول ضمن سياق محدد، ولكنها غير قادرة على القيام بأي شيء يتجاوز ذلك.

على الرغم من أن التطبيقات القائمة الذكاء الاصطناعي الضعيف تختص بمهام معينة إلا أنها جيدة بشكل لا يصدق في مهامها المحددة، وهذا يدحض الانطباع بأن هذه التطبيقات غير مجدية، فقد يكون الذكاء الاصطناعي الضعيف في الواقع أكثر أنواع الذكاء الاصطناعي فائدةً بشكل عام. ومن أمثلة على ذلك الروبوتات المستخدمة في عملية التصنيع ذكية للغاية بسبب الدقة وحقيقة أنها تقوم بأفعال معقدة للغاية قد تبدو غير مفهومة لعقل إنساني عادي. وبعد كل شيء نحن لا نريد السيارات التي تتأمل معنى الحياة أو المساعدين الافتراضيين الذين يتعلمون أن يكرهونا، فالذكاء الاصطناعي الذكي المبني عن قصد هو حل رائع للكثير من المشاكل، ولن يختفي.

الذكاء الاصطناعي القوي Strong AI	الذكاء الاصطناعي الضعيف Weak AI
ذكاء عام صناعي	ذكاء خاص (محدد) صناعي
محاكاة السلوك البشري الحقيقي والوعي	يحاكي جانب من جوانب العقل البشري ويفتقر للوعي
تطبيق الذكاء على أي مشكلة	تطبيق الذكاء على مشكلة واحدة محددة
اتخاذ القرارات وحل المشكلات بشكل عام	اتخاذ القرارات وحل المشكلات في منطقة محدودة للغاية

الفصل
الثالث

تاريخ
الذكاء الاصطناعي AI

ويشتمل هذا الفصل على النقاط التالية:

- ✓ 1- بين عام 1940 - 1950
- ✓ 2- بدايـة الستينات 1960
- ✓ 3- عـام 1970
- ✓ 4- عـام 1980
- ✓ 5- عـام 1990
- ✓ 6- عـام 2000

الفصل الثالث

تاريخ الذكاء الاصطناعي AI

ظهر الذكاء الاصطناعي لأول مرة عندما أعلنت مجموعة من علماء الكمبيوتر في مؤتمر دارتموث Dartmouth عام 1956 عن ولادة الذكاء الاصطناعي، ومنذ ذلك الحين أصبح الذكاء الاصطناعي يبشر بمستقبل تكنولوجي مشرق للحضارة الإنسانية.

توسع الذكاء الاصطناعي بشكل ملحوظ خلال السنوات القليلة الماضية، خاصة منذ عام 2015 بفضل ظهور وحدات معالجة الرسومات (GPU) التي يمكنها إجراء معالجة متوازية بشكل أسرع وأرخص وأقوى، بالتوازي مع سعة تخزين غير محدودة فعلياً، بالإضافة إلى تدفق بيانات كبير من جميع الأنواع مثل الصور، المعاملات المالية، وبيانات الخريطة وغيرها الكثير.

في عام 1956، كان حلم رواد الذكاء الاصطناعي هو بناء آلات معقدة تعتمد على أجهزة كمبيوتر جديدة لها نفس خصائص ذكاء الإنسان، كان هذا المفهوم يسمى "General AI"، وهي آلة تمتلك جميع الحواس والأفكار البشرية. كان الهدف هو بناء آلة تفكر كما نفعل.

واليوم ومع بدايات القرن الحادي والعشرين، انتقل الذكاء الاصطناعي من الخيال العلمي إلى الواقع، وبدأت رحلة الاستثمار التكنولوجي في مشاريع الذكاء الاصطناعي،

وفُتحت آفاقاً جديدة للذكاء الاصطناعي مثل: النقـل (السـيارة المسـتقلة والموحـدة)، الذكيـة المنازل (المنزل المتصل)، الصحة (المريض المتصل) وخبرة العمـلاء (التخصـيص) وليسـت سـوى بعـض مـن الحقـول في طليعـة هـذا الموضـوع. وأصـبح معظمنـا يتفاعـل مـع بـرامج الـذكاء الاصطناعي كل يوم، في كل مرة نستخدم فيهـا الهواتـف الذكيـة، وسـائل الإعـلام الاجتماعيـة، محركات البحث، ومواقع التجارة الإلكترونية. أحد أنواع الذكاء الاصطناعي الذي نتفاعل معـه كثيراً هو "التعلم الآلي" (سنتناوله بشيء من التفصيل فيما بعد).

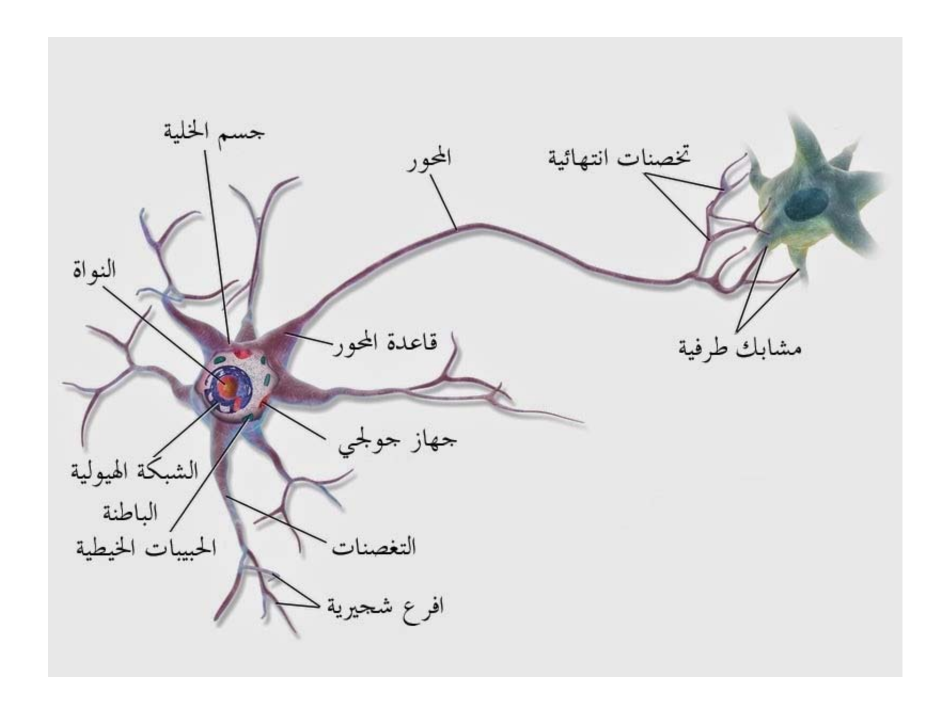
دعونا نتناول تاريخ الذكاء الاصطناعي بشيء من التفصيل:

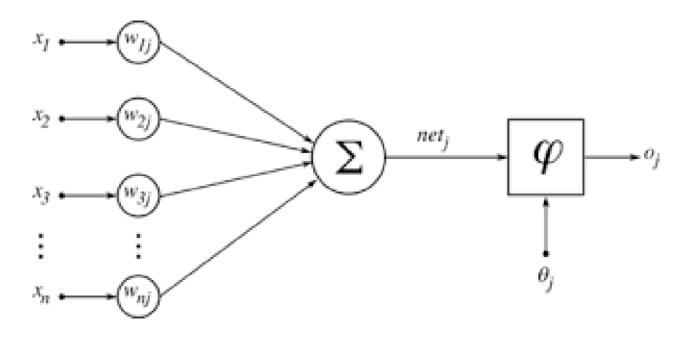
1 - بين عام 1950 - 1940

هذه الفترة تعد بمثابة بدايـة الخطـوات الأولى للـذكاء الاصـطناعي، مـع إنشـاء الشـبكات العصـبية الأولى. فقـد أدى عمـل اثنـين مـن أطبـاء الأعصـاب وارن مـاكولوتش Warren McCulloch، والتر بيتس Walter Pitts في عام 1943 إلى حساب منطقي للأفكـار الأساسـية في النشـاط العصـبي، والتوصـل إلى النمـوذج الريـاضي الأول للعصـب البيولـوجي، العصـب الاصطناعي (انظر الشكل التالي). والذي كان في الواقـع خليـة مـن الخلايـا العصـبية الثنائيـة، والتي يكون الناتج فيها (0 , 1) فقط. ولحسـاب هـذا النـاتج، قـام علـماء الأعصـاب بحسـاب مجموع ثمانية مـن مدخلاتـه، مثـل مخرجـات الخلايـا العصـبية الاصـطناعية الأخـرى، كانـت تساوي أيضاً 0 أو 1، ثم طبقت وظيفة تنشيط الحد: إذا تجاوز المجموع المرجح قيمة معينة، فإن الناتج من العصبون كان 1، وإلا كان يساوي 0.

في عام 1956، تم تبني مصـطلح الـذكاء الاصـطناعي أخـيراً بعـد مـؤتمر (Dartmouth) بقيادة علماء الكمبيوتر. كان المؤتمر حول موضوع الذكاء وفكرة "ذكاء الآلة":

- كيف تحاكي الفكر واللغة من خلال القواعد الرسمية؟
- كيف تصنع شبكة عصبية تفكر؟
- كيفية تجهيز آلة لها القدرة على التعلم التلقائي؟
- كيفية تجهيز آلة مع الإبداع؟





الخلايا العصبية الاصطناعية والنموذج الرياضي لعصبون بيولوجي

2 -بداية الستينات 1960:

كانت هذه فترة واعدة ومزدهرة جدا، وحدثت ضجة كبيرة جداً حول الذكاء الاصطناعي، كما تم تطوير عدد كبير من البرامج لحل مشكلات متنوعة مثل:

- إثبات واختبار النظريات الرياضية.
- لعب لعبة الداما.
- حل الألغاز.
- المحاولات الأولى في الترجمة الآلية.
- وغيرها.

3 - عـام 1970:

فترة العودة إلى الواقع، بداية خيبة الأمل، نتيجة لعـدم وجـود نتـائج (مـع الأخـذ بعـين الاعتبـار الوعـود التـي قطعـت في العقـد السـابق)، وصـعوبة التنفيـذ بسـبب نقـص القـدرة الحاسوبية (لأجهزة الكمبيوتر في ذلك الوقت) الأمر الذي أدى إلى تباطؤ كبير في تقـدم بـرامج الـذكاء الاصـطناعي الحاليـة. بالإضـافة إلى ذلـك، في كتـاب Perceptrons عـام 1969، أظهـر مينسكي وبابرت Minsky and Papert أن الشبكات العصبية في ذلك الوقـت لم تـتمكن مـن حساب بعض الوظائف البسيطة للغاية (مثـل تمييـز رقمـين مكتـوبين في ثنـائي)، مـما أدى إلى حدوث أزمة في هذا الفرع من الذكاء الاصطناعي.

4 -عـام 1980:

عودة الـذكاء الاصـطناعي إلى التطـور مـن نظـام الخبـير الأول. النظـام الخبـير Expert System: هو عبارة عـن برنـامج كمبيـوتر ذكي يسـتخدم إجـراءات المعرفـة والاسـتدلال لحـل المشكلات الصعبة والتي تتطلب خبرة بشرية كبيرة لحلها. قامت الشركـة المصـنعة للكمبيـوتر DEC(Digital Equipment) إطـلاق نظـام خبـير للمسـاعدة في تكـوين أجهـزة الكمبيـوتر الخاصة بها مما ساعد على تـوفير ملايـين الـدولارات، تـم التوصـل إلى نظـام خبـير قـادر عـلى تشخيص العدوى الدموية اعتماداً على 450 قاعدة.

باختصـار هـذه الـنظم أُوجـدت مـن أجـل اسـتخلاص خـبرات الخـبراء -خصوصـاً في التخصصات النادرة – وضمها في نظام خبير يحل محل الإنسـان ويسـاعد في نقـل هـذه الخـبرات لأناس آخرين بالإضافة إلى قدرته على حل المشكلات بطريقة أسرع من الخبير البشري.

يمر بناء النظام الخبير بعدة مراحل حتى يظهر بالشكل المطلوب وهي (تحديد وظيفة النظام، التصميم، البرمجة، الاختبار والتوثيق)، ولكل خطوة من هذه الخطوات الأشخاص المكلفين بالقيام بها. ولإنتاج نظام خبير يجب توفر عنصرين هامين الأول: المبرمج الذي يقوم بتحليل المشكلة وكتابة البرنامج في مجال الذكاء الاصطناعي، الثاني: خبير المجال وهو الشخص المتخصص في مجال معين وليس بالضرورة أن يكون لديه علم بالذكاء الاصطناعي، فالمهم مدى خبرته وإلمامه ببواطن الأمور في مجال تخصصه.

ومن أهم مجالات تطبيقات نظم الخبرة هو التصنيف (classification) حيث يكون مطلوب من النظام تحديد الفئة التي ينتمي إليها الكائن المطلوب تصنيفه، كما أن النظم الخبيرة دخلت في عدة مجالات أخرى كالطب، الزراعة، التنقيب، الإلكترونيات، الحاسبات، الجيولوجيا، الهندسة، التعليم، الشريعة، القانون، التجارة، والاقتصاد وغيرها الكثير. ومن الأمثلة على النظم الخبيرة:نظام Eliza للعلاج النفسي، وهو عبارة عن نظام يُجري حوار مع المستخدم ويجيب على الاستفسارات كطبيب نفسي خبير(يمكنكم تجربة النظام).

5 -عام 1990:

تم التركيز على الشبكات العصبية بشكل كبير (كان الاكتشاف الأول في نهاية الستينات، ولكن دون الكثير من الانتشار في ذلك الوقت)، من قاعدة التعلم "الانتشار الخلفي" ("الأخطاء" بين المخرجات المرغوبة والنواتج المرصودة، وانتشار الرجعية، من المخرجات إلى المدخلات، مع تأثير تكيف الخلايا العصبية W (الوزن) بواسطة العصبون).

6- عام 2000:

انتشر الذكاء الاصطناعي بشكل كبير، ودخل العديد من الشركات منها Google، Amazon، Netflix وغيرها وذلك استنادًا إلى تطورين هامين:

الأول: استخدام وحدة معالجة الرسومات Graphical Processing Unit(GPU) التي تستطيع التعامل مع البيانات الجرافيكية بشكل أفضل، وتوفيرها بدقة عالية بدلاً من وحدة المعالجة المركزية Central Processing Unit(CPU) الموجودة في أجهزة الكمبيوتر

والتي تعالج البيانات التي يتعامل معها جهاز الحاسب الآلي.

الثاني: التحول الرقمي لعالمنا المعاصر والأجهزة المتصلة بالإنترنت والتي هي من المصادر الأساسية "للبيانات الكبيرة" (كما لم يسبق رؤيتها من قبل) والتي تعد المواد الخام اللازمة لإطعام هذه الخوارزميات.

الجمع بين هذين التطورين كان حافزاً لتطور الذكاء الاصطناعي بشكل كبير والذي احتل تدريجياً مجالات متنوعة مثل: الألعاب، الطب، النقل، ميكنة المنزل، المساعدين الشخصيين (الروبوت)، وغيرها، ونحن فقط في بداية الألفية الثانية.

ويمكن إجمال تاريخ الذكاء الاصطناعي خلال القرن العشرين من خلال ما يلي:

السنة	المعلم / الابتكار
1923	تم افتتاح لعبة Karel Čapek المسرحية باسم "" Robots's Universal Robots RUR" "في لندن، كان أول استخدام لكلمة "robot" باللغة الإنجليزية.
1943	التأسيس لعلم الشبكات العصبية والذي يقوم على محاولة محاكاة شكل وترتيب وطريقة عمل الخلايا في الجهاز العصبي للإنسان.
1945	صاغ اسحق اسيموف Isaac Asimov وهو خريج جامعة كولومبيا مصطلح الروبوتات Robotics.
1950	قدم آلان تورينج Alan Turing اختبار تورينج Turing لتقييم الذكاء وعلوم الآلات والمخابرات المنشورة، نشر كلود شانون Claude Shannon تحليل مفصل للعبة الشطرنج كبحث.
1956	صاغ جون مكارثي John McCarthy مصطلح الذكاء الاصطناعي، وتم تقديم أول برنامج للذكاء الاصطناعي في جامعة كارنيجي ميلون.
1958	جون مكارثي John McCarthy يخترع لغة البرمجة LISP للذكاء الاصطناعي.
1964	أظهرت أطروحة داني بوبرو Danny Bobrow في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا أن أجهزة الكمبيوتر يمكن أن تفهم اللغة الطبيعية بشكل جيد بما فيه الكفاية لحل مشاكل الكلمات الجبرية بشكل صحيح.

السنـة	المعـلـم / الابتكـار
1965	بنى جوزيف Joseph Weizenbaum في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا برنامج كمبيوتر لتجهيز اللغة الطبيعية ELIZA، لإثبات إمكانية الاتصال بين البشر والآلات واستخدم الحوار باللغة الإنجليزية.
1969	قام العلماء في معهد ستانفورد للأبحاث بتطوير روبوت Shakey ليكون قادراً على الحركة والإدراك وحل المشكلات.
1973	قام فريق جمعية الروبوتات في جامعة Edinburgh ببناء روبوت Freddy، الروبوت الأسكتلندي الشهير القادر على استخدام الرؤية لتحديد وتجميع النماذج.
1979	قدمت ستانفورد كارت Stanford Cart أول سيارة مستقلة ذات تحكم بالحاسوب.
1985	قدم الفنان هارولد كوهينHarold Cohen جامعة كاليفورنيا في سان فرانسيسكو برنامج كمبيوتر يقوم بإنشاء صور فنية أصلية.
1990	التقدم الكبير في جميع مجالات الذكاء الاصطناعي: - التعلم الآلي Machine Learning. هو مجال في علوم الكمبيوتر يستخدم تقنيات إحصائية لمنح أنظمة الكمبيوتر القدرة على "التعلُّم" (تحسين الأداء بشكل تدريجي في مهمة معينة) باستخدام البيانات، دون أن يكون مبرمجاً بشكل واضح. - الاستدلال المبني على الحالة Case-based reasoning: هو عملية الاستدلال على حل المشاكل الجديدة القائمة بناء الحالات المشابهة أو المماثلة لها في الماضي؛ حيث يتم تمثيل مدمج لبيانات الحالات السابقة كقاعدة بيانات والوصول إليها لحل مشكلة جديدة. يقوم ميكانيكي السيارات الذي يقوم بإصلاح محرك بتذكر سيارة أخرى تظهر أعراض مشابهة باستخدام الاستدلال القائم على الحالة. - التخطيط متعدد العوامل Multi-agent planning التخطيط متعدد العوامل (MAP) هو مجال بحث حديث نسبياً يجمع بين التقنيات والخوارزميات والتقنيات التي طورتها مجتمعات تخطيط الذكاء الاصطناعي ومجموعات الأنظمة المتعددة. - الجدولة Scheduling الجدولة الآلية (أتمتة) للخدمات الميدانية (تقنيين، فنيين، المديرين،...الخ) من خلال

السنة	المعلم / الابتكار
	الاستفادة من خوارزمية جدولة الذكاء الاصطناعي بهدف تحسين قوة العمل، ومنها شركة ServiceMax للخدمات الميدانية والتي تساعد الشركات على زيادة إنتاجية الفني بنسبة 18٪ ورضا العملاء بنسبة 11٪. - استخراج البيانات، زاحف الإنترنت Data mining, Web Crawler تقنية زاحف الانترنت(الويب) يُطلق عليه أحيانًا العنكبوت أو spiderbot ويختصر في كثير من الأحيان إلى الزاحف، هو روبوت إنترنت يستعرض الويب بشكل منهجي لجمع واستخراج البيانات من صفحات الانترنت، وتستخدمه محركات البحث للحصول على البيانات من المواقع الأخرى، كما تم دعمه على نطاق أوسع من قبل شركات مثل Facebook، Google، Best Buy وما إلى ذلك. - فهم اللغة الطبيعية والترجمة natural language understanding and translation معالجة اللغة الطبيعية (NLP) مجال في علوم الكمبيوتر والذكاء الاصطناعي يُعنى بالتفاعلات بين الحواسيب واللغات البشرية (الطبيعية)، وعلى وجه الخصوص كيفية برمجة الحواسيب لمعالجة وتحليل كميات كبيرة من بيانات اللغة الطبيعية. - الواقع الافتراضي Virtual Reality عملية محاكاة العالم الحقيقي، أو خلق تجربة غير ممكنة في الواقع المادي العادي عن طريق الكمبيوتر. - الألعاب Games توظيف تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في صناعة الألعاب لتقديم لعبة قريبة للحياة الواقعية، وإنشاء بها كيانات مثل الأشخاص والأعداء،... الخ بالمستوى البشري أو الشبه بشري.
1997	برنامج Deep Blue Chess يتفوق على بطل العالم في الشطرنج آنذاك جاري كاسباروف Garry Kasparov.
2000	أصبحت الروبوتات التفاعلية متاحة تجارياً، يعرض معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا روبوت Kismet ذو وجه يعبر عن المشاعر.
2004	تقدم شركة DARPA تحدي كبير يتطلب من المنافسين إنتاج سيارات مستقلة بدون سائق.

السنة	المعلم / الابتكار
2005	- الروبوت آسيمو ASIMO من شركة هوندا، وهو إنسان آلي ذكي، قادر على السير بأسرع ما يمكن للإنسان ليسلم الصواني إلى الزبائن في أماكن المطاعم. - مبادرة الدماغ الزرقاء Blue Brain من معهد العقل في مدرسة الفنون التطبيقية في لوزان (EPFL) في سويسرا، لتحديد المبادئ الأساسية لبنية الدماغ ووظائفه في الصحة والمرض بهدف محاكاة الدماغ البشري بتفاصيل جزيئية.
2009	جوجل تبني سيارة تقود نفسها دون سائق إنسان (ذاتية القيادة).
2011	تم إطلاق تطبيقي SIRI من شركة أبل، Google Now من شركة جوجل وهما تطبيقان للهواتف الذكية يستخدمان لغة طبيعية للإجابة عن الأسئلة وتقديم التوصيات وتنفيذ الإجراءات.
2013	اصدار NEIL من جامعة Carnegie Mellonلاستخراج المعرفة البصرية من بيانات الويب؛ هو برنامج كمبيوتر يستخدم خوارزمية تعليم خاضعة للإشراف يعمل 24 ساعة في اليوم و7 أيام في الأسبوع لاستخراج المعرفة البصرية تلقائيا من بيانات الإنترنت.
2017	نظم معهد "مستقبل الحياة Future of Life Institute" في كاليفورنيا مؤتمر Asilomar عن الذكاء الاصطناعي المفيد، حيث التقى أكثر من مائة من قادة الفكر والأبحاث في الاقتصاد والقانون والأخلاق والفلسفة في المؤتمر، لمناقشة أخلاقيات الذكاء الاصطناعي، وكان من نتائج المؤتمر صياغة عدد من المبادئ التوجيهية لبحوث الذكاء الاصطناعي المفيدة.
2018	- تفوق نموذج الذكاء الاصطناعي لـ "علي بابا" الخاص بمعالجة اللغة على كبار البشر في اختبار استيعاب القراءة والفهم بجامعة ستانفورد، حيث سجلت 82.44 مقابل 82.304 في مجموعة من مائة ألف سؤال. - الإعلان عن خدمة Google Duplex، وهي خدمة تسمح لممثلي الذكاء الاصطناعي بإجراء محادثات طبيعية عن طريق محاكاة الصوت البشري، وحجز المواعيد عبر الهاتف.

الفصل الرابع

فلسفةُ الذكاء الاصطناعي

ويشتمل هذا الفصل على النقاط التالية:

- ✓ ما هي فلسفةُ الذكاءِ الاصطناعيّ؟
- ✓ هل يستطيع للكمبيوتر أن يفكر؟

الفصل الرابع

فلسفةُ الذكاءِ الاصطناعيّ

ما هي فلسفةُ الذكاءِ الاصطناعيّ؟

قد تتساءلون: لماذا يبدو أن العديد من القضايا مثل الذكاء الاصطناعي يجري حولها الكثير الجدل؟ في حين أن التخصصات الهندسية الأخرى، مثل الهندسة المدنية أو الميكانيكية أو الكهربائية لا تمثلُ هدفًا للنقد الصاخب مثل مختلف الفروع من العلوم الإنسانية.

قد يكون ذلك بسبب السذاجة أو محاولة جذب الانتباه والتمويل، وقد جعل الجمهور غايته محدودةً وذلك بمطالبات واسعة لعموم نتائجها وتحقيق توقعات للمسار المستقبلي للآلة، مما يقال أيضا أن منظمة العفو الدولية لا تشكل تحديات حقيقية للوثيقة الفلسفية والدينية التي تألقتْ حول تفرُّدِ الإنسان ومكانه في الكون.

إن الآلات الذكية تجعلنا نسلط الضوء على الهدف فيما يخص الأسئلة الأساسية حول طبيعة عقولنا، ووجود الإرادة الحرة، وعما إذا كانت العوامل غير البيولوجية يمكن أن يقال بها إنه على قيد الحياة، فاحتمال تسوية العديد من المناقشات التاريخية العميقة هي عملية مثيرة ومخيفة قليلا للعقل الذي يتأملُ مثل هذه القضايا. وفي النهاية، نجد العديد أن من هذه القضايا ينزل إلى المعتقدات الأساسية لدينا عن أنفسنا، وهي أن بعض منها هو

مقاومة التفسير العلمي (مثل وجود هذه الروح البشرية، أو الفكرة الديكارتيكية بأن الأحداث العقلية هي بطريقة أو بأخرى متميزة ومستقلة عن العالم المادي).

باختصار، إن فلسفة الذكاء الاصطناعي تطرح علينا السؤال عما إذا كانت أجهزة الكمبيوتر، أو الأجهزة بشكل عام لها عقل أو تفكر؟، أو أن يقال إن أي شئ ليس من أصل طبيعيّ لا يمكن أن يكون له عقل أو يفكر. الجواب ببساطة، يعتمد على ما تعنيه عن "العقل" و"التفكير". فقد يحتدمُ النقاش في مختلف أشكاله، دون هوادة ودون حل، ويستمر كذلك لعقود، بلا نهاية واضحة.

وإليك بعض من التاريخ والحجج المتعددة التي طُرحت من قِبلِ المؤيدين والنقاد لفكرة أن الآلات يمكن أن تفعل أو تمتلك عقول يمكنها التفكير.

هل يستطيع للكمبيوتر أن يفكر؟

طرح عالِمُ الرياضيات الإنجليزي الشهير "آلان تورينغ" سؤالًا في هذا الأمر في مقال عام 1950 بعنوان "آلات الحوسبة والذكاء"، وفي ذلك، يقترح وضع هذه القضية للتصويت، بناءً على ما يُسمِّيه "لعبة التقليد"، وهو يتخيل المحقق في غرفة منفصلة، ويتواصل مع رجل وامرأة فقط من خلال الاتصال الكتابي، في محاولة لتخمين أي المحاورين هو الرجل ومن يكون المرأة، حيث أن الرجل يحاول خداع المحقق في الاعتقاد بأنه هو المرأة، وترك امرأة تعلن عن نفسها في محاولة لمساعدة المحقق على تحديد الهوية الصحيحة.

ثم يدعو "تورينغ" القارئ إلى تصور استبدال آلة بالرجل، ورجل بالمرأة، وهذه اللعبة الآن تسمى على نطاق واسع "اختبار تورينغ "، وترك جانب المفارقةَ النفسية الرائعة لهذا العالم الشهير الذي يكلف الرجل بإقناع المحقق أنه امرأة، ناهيك عن وضْعِهِ الرجلَ في دور المخادع والمرأةَ كصراف للحقيقة، إن هذا الأمر يذهب إلى السؤال عما إذا كان من المعقول أن الجهاز يمكنه على الإطلاق الفوز بهذه اللعبة ضد الرجل، وهذا الأمر يعني أن الجهاز قد يكلف هو المحقق بالاعتقاد بأنه الرجل، في حين أن الرجل يقول الحقيقة حول من هو.

على النقيض من هذا، ننصرف إلى الاعتقاد الشائع بأن "تورينغ" كان يقترح "امتحان دخول" لتحديد ما إذا كانت الآلات قد بلغت سن الرشد وأصبحت ذكيةً، إنه في الواقع كان يتكهن بأن لدينا الاستخدام الشائع للمصطلح الذي يفكر في أن يمتد في نهاية المطاف بشكل مناسب ليتم تطبيقه أيضًا على بعض الأجهزة أو البرامج ذات القدرة المناسبة ويمكن تقديره من خلال تمكُّنِهِ من تطبيق هذه المهام.

حدث في نهاية القرن العشرين، تخمين دقيق بشكل ملحوظ وهو أننا نشير بشكل روتيني إلى أجهزة الكمبيوتر على أنها "تفكر"، وعندما نتكلم ننتظر بفارغ الصبر الرد عليهم، السؤال الأصلي، هل يمكن الاعتقاد بأن تلك آلات التي لا معنى لها تستحق كل ذلك النقاش؟. ومع ذلك، نعتقد أنه في نهاية القرن الحالي أن استخدام الكلمات والرأي العام المتعلم سوف يغير كثيرًا لدرجة أنه سيكون بمقدور المرء التحدث عن الآلات التي تفكر دون توقع أن تتناقض.

هل "تورينغ" على حق؟ هل هذا السؤال لا معنى له، أو يستحق النقاش؟ وبالتالي، فإن هذا النقاش هو مضيعة للوقت، ومن الواضح أن ذلك يعتمد على ما نعنيه بـ "التفكير" فقد نعتبر التفكير هو القدرة على التلاعب برموز المنطق من الافتراضات الأولية إلى الاستنتاجات.

من هذا المنظور، ينبغي أن تكون برامج الكمبيوتر كما نفهمها حاليًا، قادرة على ذلك التلاعب، وبالتالي قادرة على التفكير، لكن من المؤكد أن مجرد تحريك مخزون من الرموز ليس طفيفًا، فهو كذلك يعني شيئًا أو يفعل شيئًا.

من أهم فروع الفلسفة واللغويات التي تتعامل مع هذا الأسئلة "السيميائية" وهي خاصة بدراسة استخدام الرموز للتفكير والتواصل، ويتم التمييز عادة بين بناء الجملة، مثل قواعد ترتيب ومعالجة الرموز، والدلالات، ومعنى الرموز والقواعد، بينما بناء الجملة من السهل فهمه، فالمناهج ليست كذلك، حتى الخبراء لا يوافقون على معنى "المعنى"، حيث تقترح معظم النظريات أن المعنى يتطلب بعض الطرق لربط الرموز لأنفسهم للأشياء التي يشيرون إليها في العالم الحقيقي.

فكل شيء له معنى، فنحن جميعًا نعرف ماذا يعني كل من 1، 2، 3 وماذا يعني 4، يعني في الواقع أن أي شيء أكثر أو أقل من (1) يستمد معناه من كيفية توصيلها بمفاهيم أخرى أو كائنات في العالم الحقيقي، فإذا ربطنا $ بأي مجموعة من أربعة أشياء، فإنها تكون مفيدة للغاية لحل مشاكل معينة من الدلالة العملية الكبيرة، يمكنك التلاعب بالرموز طوال اليوم وهذا لا يعني شيئًا.

فالذكاء الاصطناعي والقيام بشيء ما يتطلب الاتصال بين الممثل في التلاعب بنظام الرمز وشيء خارجي لهذا الممثل في حالة برامج الكمبيوتر، وفي سياق آخر يمكن أنت تقول أن معالجات الرمز لها معنى على سبيل المثال أن تشير كم أنت مدين لشركة الهاتف هذا الشهر، حركة قطعة شطرنج (جسديا أو عمليا) أو روبوت يختار قلم رصاص.

يري "جون سيرل"، أستاذ الفلسفة في جامعة كاليفورنيا،أنه يلاحظ وبشكل كبير أن أجهزة الكمبيوترفي حد ذاتها، لا يمكنها "التفكير" بهذا المعنى على الإطلاق، لأنها في أحسن الأحوال لا تعني أو تفعل في الواقع أي شيء.

لكن "سيرل" يذهب أبعد من ذلك، ويشير إلى أنه حتى القول بأن أجهزة الكمبيوتر قادرة هي أيضًا على التلاعب بالرموز على امتداد مناهجها، فقد تكون الإلكترونيات متفاعلة حولها في الدوائر، ولكن نحن الذين نفسر هذا النشاط كرمز التلاعب، ومن الجدير بالذكر حجة أكثر دهاء طرحها بعض المفكرين البارزين في حين أن تلك الرموز نفسها قد تكون خالية من أي دلالات، ربما يكون لها معنى ينشأ من علاقاتها مع رموز أخرى، تمامًا كما هو التعبير عن (definition) من كلمة في قاموس مصطلحات أخرى.

بينما نحن نعتبر هذا على أنه مهمة وخطوة للأمام، ويبدو غير محسوس، ولكن يمكن للأجانب الذين يقرؤون قاموسًا أن يستخلصوا الكثير من المعلومات حول اللغة، ولكن ذلك لن يمنحهم فهمًا مرضيًا لما يعني الحب، على سبيل المثال، تعاني خوارزميات تعلُّم الآلة من نفس المفاهيم (على الرغم من أنه ليس الفشل في عوائق الذكاء الاصطناعي)، فهي تعيد تعقيد العالم الواقعي، ولكن من دون اتصال مع هذا العالم، فهي مجرد هيكل غير مستقر.

حجج "سيرل" مقنعة وذات صلة من قبل الآخرين، كلها تعطي حالة حسنة بالشعور بالبديهية حتى تقوم بتطبيقها على الناس، ونحن نعتبر أنه من المُسَلَّمِ به أن يفكر الناس، لكن ما الفرق بين الأفكار التي تدور حولك في الدماغ وبين "البايتات" المتدفقة في جهاز الكمبيوتر؟ في كلتا الحالتين، تكون المعلومات مستمرة، ممثلة في شكل ما، والتي يمكن أن تسمى بشكل رمزي "إشارات عصبية منفصلة"، يتم معالجتها، وتعود للخارج إشارات عصبية إلى يدك لمفاتيح الضغط على لوحة المفاتيح.

إن برنامج الكمبيوتر لا يمكنه أبداً أن يقوم بأية مهمة معينة، سواء كان ذلك لطلاء لوحات جميلة، أو اكتشاف قوانين الطبيعة، أو عزاءك على فقدان شخص عزيز. لكن البرنامج يحاكي التفكير، ولا يكرر العملية التي تحدث في عقول البشر عندما ينخرطون في هذه الأنشطة.

إن العقل البشري في حد ذاته لا يمكنه التفكير أيضًا، إذا تم فصله عن العالم الخارجي، وهو في هذه الحالة سوف يفعل ما يفعله الكمبيوتر، لكن هذا لا يتناسب مع حدسنا المنطقي حتى لو كنا نجلس في غرفة مظلمة وهادئة، محرومين من كل المدخلات والإنتاج، لا يزال بإمكاننا الجلوس هناك والتفكير.

فإذا كان التلاعب بالرمز هو أساس الذكاء، فإنه يمكن لكل من الناس والآلات التفكير من حيث المبدأ، إن لم يكن في الممارسة اليومية.

ولكن إذا كنت تفضل الحفاظ على الشعور بالراحة فالبشر مميزون، ومختلفون عن الآلات في بعض الأشياء الأساسية.

إن مفهوم التفكير مرتبط بالإنسان بشكل فريد، والآلات هي مجرد ادّعاء لقدراتنا المعرفية، لكن قبل ذلك ضع في عقلك واعتبارك أن هناك مجموعة متراكمة من الأدلة تقلل من حدسنا الواضح فيما يبدو حول قدراتنا البشرية الأساسية، من أجل تمييز الآلة، على سبيل المثال، إننا لدينا بالفعل الإرادة الحرة، هل يمكن للكمبيوتر أن يكون لديه إرادة حرة؟

يعتقد الجميع تقريبًا أن البشر وربما بعض الحيوانات لديها إرادة حرة، ولكن هل يمكن للآلة أو جهاز الكمبيوتر أيضًا أن يكون لديه إرادة حرة؟ للإجابة على هذا السؤال، من الضروري أن يكون لدنيا مفهوم لما نعنيه بالإرادة الحرة.

هناك فلسفة طويلة للذكاء الاصطناعي في التاريخ الفكري والديني للجدل حول الطبيعة ووجود الإرادة الحرة، وعادة ما نعني أنه لدينا القدرة على ذلك بجعل الخيارات مدروسة، وربما تمايلت ولكن لم تحدد من قِبلِ قوىً خارج أنفسنا، الشيء الوحيد الذي يجب مراعاته هو أننا نميز بين الداخل والخارج في فهم الإرادة الحرة، فلدينا التفاف حول ما "نحن" لفصله عن ما "ليس نحن"، لكن هذا وحده ليس كافيًا.

يجب أن نكون أحرارًا في النظر في خياراتنا دون أي تفكير لا مبرر له حتى نتمكن من التفكير مليًا في الاختيار، دون وجود استنتاج معين مسبقًا أو مفروض علينا، إحدى النتائج الهامة لهذا المفهوم هي أن قراراتنا من حيث المبدأ لا يجب أن تكون قابلة للتنبؤ بها، ولن نكون حقًا بصدد اتخاذ خيار حر.

الآن، قد تفترض أن أجهزة الكمبيوتر لا يمكن أن تكون حرة لأنها تختلف عنا من ناحيتين أساسيتين.

- أولاً: إنها تعمل وفقًا للهندسة المفهومة جيدًا، وهكذا يمكن دائما التنبؤ بها.
- ثانيًا: لا يمكنها ذلك حتى تنظر في الخيارات بنفس الشعور كما يفعل الناس.

المشكلة هي أن كلًا من هذه التأكيدات مشكوك فيها، فلنبدأ بالتدقيق في مفهوم القدرة على التنبؤ، وأما عن أغراض هذه المناقشة سوف نفترض مثل معظم الناس أن هذا العالم المادي يعمل وفقًا لبعض القوانين الطبيعة، وسواء كنا نعرف أو لا نعرف ما هي تلك القوانين فهذا لا يعني أن كل شيء محدد سلفًا في الواقع، فقد تكون العشوائية في الواقع جزءًا أساسيًا من الطبيعة. لكن العشوائية هي فقط عشوائية، وليس تمريرة حرة للأشياء أن تحدث وفقًا لخطة أكبر، أو مبدأ يكون بطريقة ما خارج قوانين الطبيعة، وإلا فإن تلك الخطط ستكون ببساطة جزءًا من القوانين.

هناك طريقة أخرى لهذا للقول، وهي أنه في حالة معينـة للعقـل، سـتكون هنـاك حالـة متميزة من الدماغ لا يمكن أن تنشأ عنهما أفكار أو معتقدات مختلفة غير متوافقة مع ترتيب واحد من المادة والطاقة في منطقة الدماغ، لكن هـذا لا يعنـي بالتأكيـد أن هـذه الافتراضـات صحيحة في الواقـع، فـإن الكثـير مـن الجـدل التـاريخي حـول الإرادة الحـرة يركـز عـلى هـذه الافتراضات بدقة.

الآن، تخيل أننا وضـعناك في غرفـة عـلى طريقـة اسـتجواب الشرطـة، مـع مـرآة أحاديـة الاتجاه على الحائط، فقد أصبح بإمكان علماء المستقبل الأذكياء أن يلاحظوا كل شيء يخصـك، بما في ذلك حالة وسلوك كل خلية عصبية في جهازك الدماغي، ثم طلب منك أن تقول بصـوت مرتفع إما "أحمر" أو "أزرق"، ولكن قبل أن تفعل ذلك، فإننا نتحدى العلماء أن نتنبأ بما أنـت ذاهب لاختياره، قبل تشغيل اختباراتهم، ونماذج المحاكاة، وأي شيء آخر يريدونه، يثبتون أنـه يمكنهم توقع ذلك بشكل صحيح.

من هذا المنطلق، يعلنون بفخر أن ليس لديك الإرادة الحرة، بعد كل شيء، بغض النظـر عن مدى صعوبة المحاولة، فلا يمكنك بذلك خداعهم، ولكنك تتوسل الاختلاف، وتطلب فرصة لإثبات أنك في الواقع لست عملة، وممكن التنبؤ بها، أولًا، تحاول أن تقرر ما ستقوم باختياره، فتقوم بتغيير رأيك لكن هذا لا ينفع، لأنه العلماء يستطيعون التنبؤ بأنك ستفعل ذلك، لكنـك تحصل على فكرة هي أنه إذا جلست بهدوء شديد، يمكنك سماع العلماء يناقشـون تنبـؤاتهم، لذلك في المرة القادمة عندما يطلب منك اختيار لون، يمكنك الاستماع على المـداولات ومعرفـة ما تنبأ به، ثُم تقوم ببساطة بتحديد اختيار اللون الآخر،وأنت غير محـبط مـن قبـل ابتكـارك، فهم يدمجون هذا في نماذجهم، وهذا لا يقتصر عليك فقط، ولكن أيضًا لديك إمكانية الوصول إلى التنبؤ الخاصة بهم قبل أن تفعل ذلك.

الآن، لا يوجد شيء في هذه الحجة لا يمكن بالنسبة لك تطبيقه جيدًا للآلة، فيمكننا بنـاء روبوت يفعل ذلك الذي فعلته بالضبط، بغض النظر عن كيفية برمجة هـذا الروبـوت لاتخـاذ القـرارات، وبغـض النظـر عـن مـدى إمكانيـة التنبـؤ بـأن الروبـوت هـو كـما هـو، طالمـا أن لديـه إمكانيـة الوصـول إلى توقعـات خارجيـة لإجراءاتهـا الخاصـة، لا يمكـن أن يكـون هـذا

التوقع صحيحًا دائمًا، فيمكن للإنسان ببساطة الانتظار لتلك التوقعات، ثم القيام بعكس ذلك، لذلك فإنه قادر بامتياز بعدم التنبؤ بما يقوم به بالإنسان الآلي، حيث "يمكن أن يكون قادرًا حقًا" يعني أن لديها إمكانية الوصول إلى محاولة التنبؤ بما ستفعله.

هذا مثال على ما يسميه علماء الكمبيوتر مشكلة لا يمكن تحمّلُها، لا توجد خوارزمية فعالة يمكنها حل تلك المشكلة تمامًا، بمعنى أن تعطي الإجابة الصواب في جميع الحالات.

هل يمكنك كتابة برنامج A الذي سيدرس أي برنامج آخر B مع مدخلاته، ويخبرك ما إذا كان B سوف يتوقف في نهاية المطاف أم لا ؟ وبعبارة أخرى، يمكن معرفة ما إذا كان B أفضل من أي وقت مضى من إصدارات البرامج ؟

أظهر تورينج بأنه لا يمكن أن يوجد مثل هذا البرنامج، لكن، ما الذي يحدث بالفعل؟ البرنامج لا يرتكب الخطأ، لكنه قد أعطاك إجابة خاطئة، لكن ذلك ببساطة لا يتوقف أبدًا.

وفي حالة علمائنا المستقبليين، بغض النظر عن مدى ذكائهم في عملية التنبؤ الخاصة بهم، ففي بعض الحالات لن تصل أبدًا إلى نتيجة ما إذا كنت ذاهب لاختيار أحمر أو أزرق. هذا لا يعني أنك لن تصل إليه، فاختر إجابتك، فقط لأنهم لا يستطيعون دائمًا معرفة ذلك مسبقًا ماذا سوف تختار. قد يرتكب العلماء خطأ، مشيرًا إلى أنهم ليسوا مخطئين أبدًا، وهذا صحيح، لكنك تقابل أن الخطأ لا يكون أبداً هو الشيء نفسه لتوقع سلوكك بشكل موثوق به، لذلك، ليس الحال أن الآلة الحتمية، تلك التي تحمل سلوكًا محددًا ومفهومً تمامًا، يمكن دائما التنبؤ بها. فأي حالة معينة من برنامج كمبيوتر قد ينتقل إلى حالته القادمة بطريقة يمكن التنبؤ بها تمامًا، لكن من المدهش أننا لا نستطيع ببساطة أن نقرأ المعرفة بهذه الأمور المجموعة معًا للحصول على صورة كاملة عن البرنامج وما سوف يفعله في النهاية.

ونفس الشيء بالطبع ينطبق عليك على وجه الخصوص، فلا يمكنك أبدًا التنبؤ بدقة بسلوكك الخاص، من الممكن أن يكون هذا هو السبب في أننا نمتلك الحدس القوي بأن لدينا إرادة حرة، لكن هذا ببساطة أمر مثير للاهتمام لكنه ليس حقيقة مؤكدة،

فالاحتمالات الأخرى هي أننا لدينا إحساس ناشيء ذاتي من الإرادة الحرة لخدمة بعضنا بعضًا. حتى الآن، يتم تحديد الهدف والأغراض التطورية، مثل الرغبة في الحلويات أو الانجذاب إلى الجنس الآخر.

لننتقل الآن إلى السؤال عما يعنيه لك اتخاذ قرار من الإرادة الخاصة بك، فقط لأنك تستطيع ذلك الاختيار فلا يعني أن لديك إرادة حرة.

واحدة من أوضح وأكثر الانتقادات انتقائية للاعتماد على فرصة لتوفير مساحة للمناورة المطلوبة لشرح الإرادة الحرة من قِبلِ المفكر المعاصر "سام هاريس"، حيث يقول: إن الفكرة كلها هي أنه يمكنك إجراء اختيار مدروس ذي معنى بغض النظر عن الخارج أو قبله، ببساطة لا معنى له، يطلب منك أن تتخيل عالمين كلاهما هو بالضبط نفس الحق، حتى اتخاذ قرار من الفلسفة في الذكاء الاصطناعي فيما يخص إرادتك الحرة الخاصة بك، ثم تتباعد بحكم اختيارك، في واحدة قد اخترت اللون الأحمر وتختار باللون الأزرق، الآن، في أي معنى قمت عن قصد باختيار واحد بدلًا من آخر؟ كان تفكيرك هو نفسه بالضبط حتى تلك الدقة لحظة، ولكن بطريقة ما قد قمت بعمل اختيار مختلف، لكنك قد تصادف، لأنك قمت بتكوين عقلك.

"هاريس" سوف يقوم بالرد، لقد أدى شيء ما إلى قرارك، ويفترض أن تكون المداولات العقلية الداخلية، وإلا فإن قرارك قد تم تحديده ببساطة من خلال بعض العمليات التي اعتمد عليها، على الرغم من ذلك ربما يكون عشوائيًا، فلا يعيد أي شيء يشبه ما نعني بقصد التداول، ولكن هذا يعني أن "أحمر"، في حين قد اختفت العوالم "الزرقاء" بالفعل قبل أن تقرر؛ لذا دعنا نعيد خط البداية إلى البداية عندما بدأت التفكير حول المشكلة ربما يكون ذلك عندما تمارس الحرية، لكن عند هذه النقطة لم تكن قد قرّرت أي شيء على الإطلاق، لم تكن قد بدأت في التفكير في الأمر، حين انتهى "هاريس"، بشكل معقول بما فيه الكفاية، تلك الإرادة الحرة بمعنى المقصود بالاختيار، غير مقيد وغير محدد من قِبلِ الأحداث السابقة، فهو لا شيء بل أكثر من وهم.

الآن دعونا ننظر إلى مسألة كيفية اتخاذ أجهزة الكمبيوتر القرارات، بخلاف الناس، لدينا فكرة جيدة عن كيفية ذلك العمل، ومع ذلك، يمكنهم الاختيار دون الاعتماد على العشوائية، ويمكنهم أن يقدموا الأدلة، ويقوموا بتطبيق المعرفة والخبرة، واتخاذ القرارات، وتجنب المخاطر، وتعديل خططهم بناء على معلومات جديدة، ومراقبة نتائج أفعالهم الخاصة.

والسبب في حالة رمزية المعالجة، أو استخدام ما يمكن أن يسمى "الحدس"، على سبيل المثال، عن طريق استخدام التعلم الآلي لإعلامهم بالإجراءات في غياب أي فهم أعمق من السببية في العلاقات، ففكرة أننا يمكن أن الوصول إليها كانت عمليات إعادة التنظيم الداخلية الخاصة بنا مجرد أضغاث أحلام، لذا كان بإمكان الفلاسفة أن يفترضوا أنه قد يكون هناك شيء سحري أو غامض أو غير مادي حول عقليتنا فيما يخص تلك العمليات.

لكن علماء النفس التجريبي قد اكتشفوا أدلة جديدة ومزعجة تزعم أن أدمغتنا تستطيع اتخاذ القرارات قبل أن تدرك بالوعي، وتستطيع تنظيم ضغط دمنا دون تدخلنا، على سبيل المثال، في عام 2008 طلبت مجموعة من الباحثين اختبار المواضيع لاختيار بحرية ما إذا كان الضغط على زر مع يمين، باستخدام ماسح الدماغ بالرنين المغناطيسي الوظيفي، كانوا قادرين على التنبؤ بأي اليد التي ستستخدمها في الموضوعات حتى عشرة قبل ثوان من اتخاذ الموضوعات بوعي القرار، إذن ما الذي يقوله هذا عن الصندوق الذي نحتاج إليه "نحن" في مقابل العالم الخارجي؟ ونحن نتعلم أكثر وأكثر حول كيفية عمل أدمغتنا في مقابل عقولنا.

في الواقع يبدو أن عالمنا الذهني الخاص يتقلص في الخفاء؛ لذلك إذا لم يكن هناك شيء ما كالإرادة حرة، فلماذا ينبغي عليك ذلك؟ حاول أن تفعل أي شيء، على سبيل المثال، لإنقاص الوزن؟ "سام هاريس" يذهب إلى جعْل الملاحظة المثيرة للاهتمام التي قد لا يكون لديك أي خيار ذي مغزى لمعرفة ما إذا كان النظام الغذائي صحي أم لا، ولكن شيء واحد مؤكد هو أنك إذا لم تحاول، فلن تنجح. وبالتالي حتى إذا كانت الإرادة الحرة غير موجودة، فإنها لا تفلت منك للمحاولات التي تسير جنبًا إلى جنب مع القيام به في الواقع.

لتلخيص ذلك، ليس من الواضح ما إذا كان هذا يعني أن يكون لديك إرادة حرة فالكثير من الأشخاص الأذكياء يبدو معقولاً لهم أن حسك في الاختيار ليس أكثر من وهم، ويفترض أن عقلك ككائن مادي يلعب بنفس طريقة القواعد مثل بقية العالم المادي، وهكذا قد تكون خاضعة للتفتيش والتحليل، وإذا كان عقلك ينشأ من حسابك، على مستوى ما يجب أن تعمل أيضًا وفقًا لبعض قوانين الطبيعة، سواء كنا نفهم تلك القوانين بعد أم لا.

إن إدخال العشوائية إلى الصورة لا يُحدث هذه المشكلة، ولكن الحقيقة الغريبة أن الكثير من العمليات الحتمية لا تخضع للتنبؤ، حتى في فلسفة استخبارات العواصم، من حيث المبدأ.

أخيرًا، ليس هناك سبب آخر غير تمني التفكير في اقتراح أن الآلات في هذا الصدد مختلفة عنا. فهذا لا يعني أن الناس والآلات متساوية من جميع النواحي، فمن الواضح أنها ليست كذلك، لكن عندما يتعلق الأمر بالاختيارات، حتى الآن، على الأقل، ليس هناك ما هو جيد عن أسباب للاعتقاد أنها تعمل وفقًا لمختلف الطبيعية أو مبادئ علمية.

لقد تركنا النتيجة التالية: إما يمكن أن يكون لدى الأشخاص والحواسيب إرادة حرة، أو لا يستطيع أي منهما على الأقل حتى اكتشاف بعض الأدلة، على العكس، يأخذ الاختيار الخاص بك، فهل يمكن للكمبيوتر أن يكون واعيًا؟ كما هو الحال مع الإرادة الحرة.

"ديفينتاديس" يقول بأن الوعي مريب جدًا كلما بدا لنا أن نتعلم عن الدماغ، نجد العلم أكثر إشكالية من أن يصبح فكرة مجردة من الوعي، وبعض الباحثين يربطون بين الوعي والحالات العاطفية والتجسيد المادي، وآخرون لديهم أدلة وضعت أن حجب الاتصالات عبر أجزاء مختلفة من الدماغ سوف تتسبب في توقف الوعي.

تشير الدراسات التي أجريت على المرضى في الحالات الخضرية إلى أن الوعي ليس له شكل واضح ومحدد بالكامل، ولكن يمكن أن يكون في مكان ما بين أعصاب الدماغ، مما أدى إلى محدودية الوعي والقدرة على الاستجابة للأحداث الخارجية.

وقد طور "أنطونيو داماسيو" عالم الأعصاب المعرفي في جامعة جنوب كاليفورنيا نظرية داخلية يقترح في جزء منها أن الروابط واسعة عبر أدمغتنا، والهيئات هي أساس من الإحساس، أما "ماديسون" الذي يحمل الكرسي المتميز في العلوم العصبية في جامعة "ويسكونسن"، فيعتقد أن الوعي ينشأ من التكامل الواسع للمعلومات داخل الدماغ حتى نحصل على طريقة موضوعية للدفاع عن الإنسان واختباره الواعي بخلاف مجرد مراقبة الآخرين.

فهناك لا يوجد أساس عقلاني للاعتقاد بأن الناس لديهم وعي، ولكن الذكاء الاصطناعي في الآلات لا يمكن أن يكون كذلك، لكن من غير المبرر كذلك تأكيد ذلك بأن الآلات يمكن أن تكون واعية.

في الوقت الحالي لا يوجد طريقة موثوقة لتحديد ما إذا كانت أجهزة الكمبيوتر والحيوانات أو الناس الآخرين يمكن أن تكون واعية، لهذه المسألة لا يمكن تجربة الوعي بنفس الطريقة التي نشعر بها، وهذه مشكلة خطيرة، ومعظمنا يوافق على ذلك.

إن إيذاء أو قتل كائن واعٍ ضد إرادته أمر خطأ أخلاقيًا، ولكن ماذا لو لم يكن واعيًا؟ يمكنني بناء آلة تعترض بقوة على إيقاف تشغيلها، ولكنها تفعل ذلك خطأ؟

ومع ذلك مفهوم الوعي، هو تجربة ذاتية بشكل أكثر عمومية، ببساطة لا ينطبق على الآلات، فمن المحتمل أن الآلات، على الأقل، تتصرف كما لو كانت واعية، وترك لنا مع بعض الخيارات العنيفة حول العواقب.

وأطفالنا، الذين من المحتمل أن يتم ترقيتهم من قبل المريض، أو الأجهزة، أو الأجهزة الثاقبة، قد يجيبون بشكل جيد على هذا السؤال بشكل مختلف عما نحن عليه اليوم، هل يمكن أن يكون جهاز الكمبيوتر "يشعر"؟ ربما تكون قد لاحظت خيطًا مشتركًا حتى الآن: لطرح أسئلتنا يتوقف إلى حد كبير على ما إذا كنت تقوم بكلمات مثل الذكاء، والتفكير، والشعور كأنها تدل على شيء مقدس حول البشر أو على الأقل من الناحية البيولوجية.

الفصل
الخامس

حدودُ
الذكاء الاصطناعي

ويشتمل هذا الفصل على النقاط التالية:

- ✓ أولا: الروبوتاتُ
- ✓ ثانياً: رؤية الكمبيوتر
- ✓ ثالثًا: التعرف على الكلام

الفصل الخامس

حدودُ الذكاءِ الاصطناعيِّ

ما هي المجالاتُ الرئيسيةُ للبحثِ والتطويرِ في الذكاءِ الاصطناعيِّ؟

ينقسمُ العملُ في الذكاءِ الاصطناعيِّ عمومًا إلى عددٍ من الحقولِ الفرعيةِ التي تعالجُ المشاكل العمليةَ الشائعةَ، وإن كانت صعبةً، أو تتطلب أدواتٍ أو مهاراتٍ مختلفةً.

بعضٌ منها وأكثرها بروزًا هي الروبوتات، والرؤية الحاسوبية، والتعرف على الكلام، ومعالجه اللغة الطبيعية.

وفيما يلي شرح موجز لكل منها:

أولا: الروبوتاتُ:

ينبغي أن تتطلبَ الروبوتاتُ وصفًا قليلًا، ينطوي على بناء الأجهزةِ القادرةِ على أداء المهامِ الفعليةِ، وهي تماثلُ التفكيرَ الإنسانيَ، ومحاكاةَ شكلِ الإنسانِ، ولكن بالطبع هذا ليس ضروريًا، والكثير من العمل الجاري يسعى إلى تطوير ربوت أخف وزنًا، وأكثر مرونةً، وأقوي في المادةً وفي أساليب السيطرة، فضلًا عن التصاميم التي غالبا ما تكون مستوحاةً من الطبيعة.

لكن ما يميز حقًا الأبحاثَ الروبوتيةَ في الذكاء الاصطناعي هو أنها من أكثر الآلات الميكانيكية أتمتةً (ميكنة)، كما أنها تُعدُ محاولة لبناء أجهزةً قادرةً علي المزيد من إنجاز المهام العديدة، فعلي سبيل المثال، يوجد كثير من الأنواع من الآلات ذات الغرض المخصوص مثل تلك الخاصة بِحزمةِ أغذيةٍ محددةٍ، أو تعليب المنتجات في علب الشحن، أو في الحاويات، ولكن صُنْعُ جهازٍ واحدٍ قادرٍ علي التعامل مع مجموعةٍ واسعةٍ من الأشكالِ أمر صعب، ولا تزال الأحجامُ والأوزانُ الخفيفة تشكل تحديًا في أبحاث الذكاء الاصطناعي، وهي مسألة مهمة في التكيف مع التغيرات الآلية.

فالبيئات البحثية مستمرة في العمل على تطوير روبوتات قادرة على صناعة سيارات مستقلة، تقطع الطرق وتنجز المسافات في سباق يُقام مع السيارات والدراجات التي سيطر عليها الإنسانُ.

وعلي الرغم من كل ما يصاحبُ ذلك من الجدةِ والتنبؤِ، فقد أصبحت تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي تفتح آفاقًا جديدة كاملة من الفرص الاقتصادية من خلال تمكين الروبوتات للعمل بالمهام التي لا يستطيع الناس إنجازها، كما أنها ذات قيمةٍ كبيرةٍ في إنجاز كل أنواع المهام الخطيرة أو التي تمثل ضررً على الناس المقيمين بها. من هذه المهام التعدين والزراعة والغوص في قاع البحر، والقضاء علي الآفات الزراعية من خلال استهدافها مع المفترسات الميكانيكية الخاصة بالحشرات، أو تنظيف الحوادث الصناعية.

ومن بين هذه المجالات الواضحة أيضًا استكشاف الفضاء، ففي عام 1993م ، أرسلت وكالة مكوك فضاء مع سبعة أشخاص علي متن سفينة فضائية في مهمة لإصلاح محطة الفضاء هابل؛ وكان الهدف من ذلك هو القيام بعملية دقيقة بشكل استثنائي لتصحيح تلسكوب بصري خاص بالفضاء، وكانت هذه الصيانة الأولى من أصل خمس صيانات خاصة بمحطة هابل (2) المأهولة بالبعثات في 2004، ونظرتْ بجديةٍ في استخدام اثنين من الروبوتات المسلحة الكندية "دعا" و"دكستر" بدلًا من رواد الفضاء للمهمة النهائية، ولكن كان محكومًا عليها أن تكون محفوفةً بالمخاطر نظرًا لغاية الدولة من الفن في ذلك الوقت.

ومع ذلك، من المرجح أن تكون أجهزةُ الروبوتات عمليةً لكثير من أنواع المهام ومن المرجح أن تقوم بأعمال في باطن الأرض في المستقبل القريب، مثل تحليل العينات الجيولوجية، والبحث عن الحياة البيولوجية، والتعدين على الكويكبات، وتحويل الأجسام الفلكية التي تهدد مسارات الأرض.

فرصة وكالة ناسا في المريخ من الأمثلةِ الرئيسية على هذا النهج، علي الرغم من أن درجة اعتمادها على تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي أقل وضوحًا، وتكاد تكون أقرب إلى المستخدمة في المنزل، ولكن التحدي الحديث للروبوتات من وراء الدافع تمثل في صعوبة الحصول علي الموظفين البشريين في محطات "فوكوشيما النووية" بعد الانهيار.

وتعددت النشاطات للروبوتات فأصبحت تتنافس في تنفيذ مجموعة متنوعة من المهام المشتركة مثل قيادة سيارة المساعدة، وفتح الباب، وتحديد موقع وإغلاق صمام الأمان، وربط خرطوم النار في ماسورة.

ومن المجالات الأخرى في أبحاث الروبوتات هو العناية بالمسنين، وكان هذا بغرض النجاة من حالات الشيخوخة بدافع من الاقتصاد الديموغرافي في العديد من المجتمعات الغربية، ولا سيما في اليابان.

وهناك عدد من الجهود المبذولة في إطار طريقة لتقديم المساعدة الروبوتية لإعلام المسنين، والعاجزين، ولكن العميلة الأكثر تركيزًا تلك التي تركز علي مهام محددةٍ، مثل التأكد من أن المرضي يأخذون أدويتهم أو يساعدونهم علي التحرك من السرير إلى الكرسي المتحرك، علي الرغم مما تراه في الأفلام من الروبوت المنزلية مثل الروبوت "فرانك"، هي وسيله طويلة جدًا من توفير هذا النوع من المساعدة العامة في الرعاية البشرية.

وهناك فئة منفصلة من الروبوتات تقدم المساعدة النفسية بدلًا من الراحة الجسدية، علي سبيل المثال، الروبوت العلاجيُّ "بارو" يوفر فوائد "العلاج الحيواني" بالإضافة إلى معرفة المرض.

وكان ظهور "بارو" لتحسين التنشئة الاجتماعية، وزيادة الاسترخاء، وتعزيز الـدافع. ومـع ذلك، فإن هذه الروبوتات "العاطفية" مصطنعة بدون جدال. على يد البروفيسـور "شـيري" في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا الذي يقوم بدراسة الآثار الاجتماعيـة للتكنولوجيـا، ويحـذر من أن الأجهزة الميكانيكية التي تشجع على الترابط العـاطفي بقولـه إنهـا خادعـة بطبيعتهـا، ويحتمل أن تكون ضارة للعلاقات البشرية.

أيضًا هناك روبوتات للترفيه، وهذه عادة تتخذ أشكالًا مجسمةً، مثل الرسومات الرقميـة من قبيل المشتركة في الحدائق الموضوعة في مدينة ألعـاب "ديـزني لانـد"، ولكنهـا أكـثر مرونـةً وتفاعليةً منها "بيبر" من الروبوتات، وموبايل"سوفت بنك"، الخاص بقراءة النوايـا والاسـتجابة بشكل مناسب، وهو يستخدم حاليًا في استقبال الزوار لمتاجر "سوفت بنك" في اليابـان، حيـث يمكنه الإجابة على أسئلة محدودة حول المنتجـات والخـدمات، ولكـن القيمـة الأساسـية هـي لاشتراك وفرحة العملاء.

وكانت هناك أيضًا أجيال عديدة من الروبوتات في مثـل اللعبـة التفاعليـة مـن hasbro سوني الروبوتية "الكلبة أيبو" وتهدف هذه الأدوات لبهجة الأطفـال وسـحر الكبـار مـع زيـادة التطور والاستجابة التفاعلية بين الإنسان والآلة.

الخادمةُ الشخصية الميكانيكية حلمٌ قديمٌ مثل الروبوتات نفسها، ولكن الصورة الشعبية للخادمة الروبوتية، في نمط "روزي" علي التليفزيون في الرسوم المتحركة الكلاسيكية التي تظهر jettons""، وهو لا يزال حلمًا بعيدًا.

أيضًا الحالة الفعلية للفن هو مثال من المكنسة الكهربائية المستقلة من روبوت rumba""، والتي تنطلق حول الستائر، والسجاد، وتتجنب الخطوات، وتقـوم بتجهيـز نفسـها للشـحن في محطة الشحن الخاصة بها، كما أنها تحاول الابتعاد عن طريقك أثناء القيام بعملها.

الإصدار الأخير هو "rumba 980"، الذي يمكنه رسم خريطة قويمة لبناء منزلك، وتتأكـد من أنه يقوم بتنظيف شامل للفضاء الخاص بك، في حـين أن الإصـدارات السـابقة تحولـت إلى آلات هشّة، في شكل عشوائي.

اثنتا عشرة مرحلة من التطورات الأخيرة الأكثر إثارة في هذا المجال، ويعرف باسم "سرب الروبوتات"، وهي مجموعات كبيرة نسبيًا مبرمجة على روبوتات بسيطة متفقة مع القواعد، وعندما يتم تطبيق هذه القواعد بالكامل علي مجموعات الفريق بأكملها، تُظهر الروبوتات سلوكًا معقدًا يُسمى "السلوك الناشئ"، وقد لوحظ هذا التأثير نفسه في عش النمل والأعضاء الموجودة في خلايا النحل المجتمعة لحل المشاكل، التي هي أبعد بكثير من فهم قدرات أي فرد، في حين أن "سرب الروبوتات" يمكن أن يكون أي حجم، وتركز الكثير من البحوث على المقاييس الصغيرة مثل (الحشرات) وهو ما يعرف بـ "النانو الروبوتية".

يمكن أن تعمل مجموعات هذه الأجهزة معًا لتنفيذ بعض المهمات، على سبيل المثال، تحديد موقع الناس المحاصرين في انهيار المباني أو الكشف عن تسربات سامة، وينتهي التنسيق عن طريق تشكيل شبكات مخصصة، أو التواصل بين الأقران مع الوحدات القريبة. إلا أنه من الصعب التحديد الدقيق للفوائد والمخاطر المحتملة من هذه التكنولوجيا.

على الجانب الإيجابي أيضًا يمكن أن يحقق تقدمًا طبيًا هائلًا، مثل الأداء الناجح والسليم للعمليات الجراحية داخل الجسم.

تخيل مجموعة كاملة من الروبوتات في حجم الخلايا التي تحاكي وظيفة الجهاز المناعي، قادرة على البحث عن السرطانات التي تنتقل عن طريق الدم ومهاجمة الأجهزة داخل الجسم، أو صندوق مليء بآلات الروبوت بحجم الصراصير التي تسرع حول جمع الغبار من الغُرَفِ والجدران، وحشْوها في حقيبة صغيرة لسهولة التخلص منها.

وانطلاق الآلاف من الروبوتات في حجم حيوان الخُلْد لاستكشاف المعادن تحت الأرض، تليها عمال المناجم الآلية الصغيرة، ولكن هناك أيضا مخاطر كبيرة، ويمكن استخدام نفس التكنولوجيا التي قد تعالج السرطانات التي تنتقل عن طريق الدم لقتلك، أو ربما حتى للسيطرة عليك، أكثر الناس تعرف أن القضاء على النمل من المطبخ أمرٌ صعبٌ، فليس من السهل غزو جيش صغير منظم.

إن قدرة التطبيقات العسكرية أو الإرهابية من "سرب الروبوتات" هي حقًا تفكير فظيع جدًا، حيث إن الأبحاث ذات الصلة حـول مجموعـات متعاونـة مـن الروبوتـات المتعـددة، في جداول أكبر، تهدف إلى تنسيق نشاط مجموعات من الروبوتـات ديناميكيًـا، عـادةً مـن مـورد حوسبة مركزي، على سبيل المثال "Kiva Systems"، ضمن إدارة مستودعات شركة الروبوتـات التي تم شراؤها من قبل شركة أمازون في عـام 2012، وتـتمكن أفعـال الروبوتـات مـن جلـب المنتجات من الرفوف إلى التعبئـة، وكـما أنهـا أفعـال (البشريـة)، ومـن أجـل إلهـام وتشـجيع البحوث على أنظمـة متعـددة الروبوتـات، يـتم تنظـيم مسـابقة "Robocop" سـنويًا، حيـث تتنافس الفرق للفوز بمسابقة كرة قدم الروبوتية، ويكون الاسم الرسمي هو "كأس العالم لكرة القدم الروبوت".

التطبيقات العسكرية كثيرة جدًا، وفي بعض الأحيان تكون خطرة، بينما يستحضر الخيال الشعبي حتى يتمكن من رؤية مجموعة من الجنود الروبوتية على غـرار المنهـي عنـه مـن أن يركض على مسرح المعركة وهو يحمل السلاح، والحقيقة مختلفة جدًا، كما أنه لن يتم تصميم الروبوتات العسكرية لاستخدام الأسلحة، ومن أمثلة هذه الأسلحة البنادق التي يمكنها تحديد الأهداف وإطلاق النار بشكل مستقل، كذلك الطائرات من دون طيـار التـي يمكنهـا أن تقـوم بنقل شحنات متفجرة إلى مواقع محددة، والألغام الأرضـية التـي تنفجـر فقـط عنـدما تكـون سيارات العدو محددة داخل النطاق، وهذه الاحتمالات مزعجة للغايـة بحيـث تبـذل جهـود كبيرة من قِبل الأمم المتحدة.

والدراسة في المؤسسة العسكرية لها أخلاقيـات فعالـة في اسـتخدام مثـل هـذه الـذخائر الدقيقة لدعم أو استبدال الأفراد في مناطق الحرب المتعددة.

الإجماع الحالي هو كمسألة حذر، كيف يجب على الإنسان أن يكون "في حلقة " لجميـع قرارات الاستهداف قبل سحب الزناد، ولكن ليس من الواضح تمامًا أن هذا أمر عملي، أو يمكن الدفاع عنه أخلاقيًا، نظرًا لأن طلب هذه المراجعـة قـد يعـرض حيـاة الأشـخاص للخطـر عـلى النقيض من بعض التطبيقات الأخرى الأكثر وضوحًا.

وفي ظلال تلك الروبوتات من مثل الأجهزة البسيطة التي تنفذ إجراءات روتينية (كما هو شائع في المصانع) للأنظمة المعقدة التي تفيد بيئتهم، وعقلهم، واتخاذ إجراءات تخصهم، وضبط خططهم ردًا على الملاحظات الجديدة، وبالتالي فإن حدود "فيلد" بعيدة كل البعد عن الوضوح، ولكن من المفيد وضع ذلك في الاعتبار متأخرًا عن التصور العام بشكل كبير، ومن السهل لتصوير فيديو من روبوت جذاب مع عيون كبيرة ووجه تعبيري يتفاعل بطرق مناسبة اجتماعيًا مع متدرب مدَرَّبٍ، ولكن بالنسبة للجزء الأكبر هذه النظم فهو أكثر هشاشة بكثير مما يتوقعه الناس، على الأقل حتى الآن.

ثانياً: رؤية الكمبيوتر:

رؤية الكمبيوتر تركز بشكل أساسي على تجهيز أجهزة الكمبيوتر مع القدرة على "الرؤية"، بمعنى تفسير الصور المرئية، والعمل في مجال الرؤية الحاسوبية يوازي الانتقال من الأنظمة الرمزية إلى تعلم الماكينة.

وقد ركزت الجهود المبكرة على صياغة الخوارزميات المستخدمة المعروفة المتحققة من الصور البصرية وأوصاف الأشياء المثيرة للاهتمام؛ للبحث عن عناصر ذات معنى دلالي مثل الخطوط والمناطق وما إلى ذلك، والتي غالبًا ما يتم تجميعها بعد ذلك في كيانات أكبر وأكثر عمومية. على سبيل المثال، هناك برنامج مصمم لتحديد الكرسي يتمكن من البحث عن الأرجل، المقعد، الظهر، وما شابه ذلك. لكن النهج الأكثر حداثة هو استخدام الآلة للتعلم، وغالبًا ما تكون أنواع متخصصة من الشبكات العصبية (تسمى الشبكات العصبية التلافيفية، أو شبكات CNN)، لبناء نماذج من الأشياء من مجموعات كبيرة من الأمثلة.

"سي إن" تتحدث بشكل جيد جدًا، أثناء البحث عن أنماط في أقسام صغيرة متداخلة من صورة ما، ثم يمكن نشر ما يتعلمون بداية إلى الأقسام المجاورة ثم إلى مناطق أكبر بشكل تدريجي للصورة، باستخدام هذه التقنيات.

كان التقدم الأخير في "فيلد" سريعًا جدًا، على سبيل المثال، الدقة في صورة شبكة محددة "ImageNet Frontiers" السنوي لمركز (صناعة المخابرات) Artifcial Intelligence 55

وهو تحدٍّ بصريٌّ واسع النطاق، هدفه هو الكشف عن مائتي نوع من الكائنات وتوطينها في 150000 صورة تحتوي على ألف فئة للكائن، زادت بشكل كبير معدلات الخطأ في مجموعة من خمسة في المئة، بانخفاض من عدة مرات هذا فقط قبل عدة سنوات، المسابقة الثامنة عشر تتوسع الآن لتمييز الأشياء في الفيديو وللأوصاف الأكثر مشاهدة للرواية، مثل "ركل الصبي الكرة لكنه أخطأ الهدف".

لكن الوعد بهذا "الفلتر المصور" يمتد إلى أبعد من مجرد الرؤية البصرية، وله طريقة مختلفة للتفكير في رؤية الكمبيوتر، أو المعالجة البصرية بشكل عام، هي أنها تأخذ مدخلات لصورٍ ثنائية الأبعاد تمثل الضوء المنبعث من الأسطح ثلاثية الأبعاد، ثم تفسر أو تعيد بناء نموذج من المشهد الأصلي، الذي قد يعيد بناء المشهد على أساس جيد، على سبيل المثال، صور متعددة من وجهات نظر مختلفة، ومعرفة الهندسة والفيزياء للضوء، وإعادة تحديد الأسطح المختلفة، وفهم خصائص الأشياء في العالم الحقيقي (عادةً ما يركب الناس خيولًا، ليس العكس).

إن العالم الحقيقي ثلاثيُّ الأبعاد يطيع قواعد معينة من تكوين وتقييد هذه القواعد في العرض البسيط ثنائي الأبعاد المتوقع لعين للإنسان، أو كاميرا رقمية. (هذه هي القواعد التي تنتهكها الأوهام البصرية). ومع ذلك، فإن الأساليب نفسها لديها الكثير من التطبيق الأوسع، في حين أن عيوننا ومعظم عينات الكاميرات مختلفة في الضوء المعاد، هناك جميع أنواع أجهزة الاستشعار التي تجمع البيانات حول العالم الحقيقي بخلاف ما يمكن للبشر رؤيته، يمكن للأجهزة الخاصة، على سبيل المثال، قياس الأشعة تحت الحمراء (أثناء درجة الحرارة)، وإعادة تعديلها في الإشارات (على سبيل المثال، الرادار والاهتزازات). نفس القواعد الأساسية والتقنيات التي تستخدم لمعالجة الضوء، يمكن تكييفها بشكل مناسب، ويتم تطبيقها على تفسير وإعادة بناء المشاهد على أساس هذه الإشارات غير المرئية.

هناك "مشاهد" تطيع بعض القيود المادية والقواسم المشتركة، ولكن لا يمكن رؤيتها من حيث المبدأ على الإطلاق (على الرغم من استخدامها الأدوات القائمة على الكمبيوتر التي يمكننا استخراج تصور لها)، في مثل المستخدمة في موقع وتشكيلات النفط تحت

الأرض، واستكشاف أورام الدماغ، وكشف العيوب في السدود الخرسانية تحت الضغط. طالما لدينا معرفة واعية بشأن المادة وخصائص المجال الذي نقوم بفحصه، ولدينا بعض الطرق لجمع الإشارات التي تعرض هذه النطاقات في الصور وبطرق نفهمها، إذن يمكننا استخدام تقنيات رؤية الكمبيوتر، والتي يتم تفسيرها على نطاق واسع، لمعالجتها.

ومن حيث المبدأ، لا يجب أن تكون المشاهد ولا الصور مادية، ما دام تطيع المجالات قواعد معينة، وتمثل الصور مجموعة من نقاط البيانات ذات الأبعاد الدنيا المعروفة بمطابقة عناصر المجال، يمكن معالجة البيانات لتوفير نظرة ثاقبة في بنية المجال، بمعنى آخر، يمكن لأجهزة الكمبيوتر "رؤية" الأشياء التي لا يمكننا القيام بها.

نفس الشيء ينطبق على الكثير من الحيوانات، وهذا ليس غموضًا كما يبدو، فعلى سبيل المثال، ترى الخفافيش باستخدام أصوات معادة، والطيور معظمها معتاد على رؤية الألوان التي لا يستطيع البشر رؤيتها، فهي مهارة لديهم تُستخدم لاختيار الأصحاب، وإشارة الجوع.

التطبيقات الرئيسية لتقنية رؤية الكمبيوتر:

يعتمد عدد لا حصر له من مشكلات العالم الحقيقي على تحديد أماكن الاهتمام وتحديد موقعها في بيئة معينة، يوجد منها مهام بسيطة على ما يبدو، مثل تأرجح مطرقة في الأظافر، أو تراص الأطباق، أو رسم البيوت، أو مروج القص، واختيار تعتمد فيه الثمار الناضجة على معرفة مكان الأشياء، وكانت التقنية اللازمة للتصرف وفقًا لهذه المعلومات هي الهندسة الميكانيكية الأساسية والروبوتات، وهي متاحة لبعض الوقت، ولكنها عندما كانت متوفرة كانت تقتصر على البيئات؛ حيث كانت الأشياء ذات الاهتمام في مواقف مسبقة، مغمورة، مثل على أوعية المصنع، لكن التطورات الحديثة في رؤية الكمبيوتر تجعل من الممكن أداء المهام المادية مثل هذه في بيئات العالم الحقيقي أقل تنظيمًا، وعلى مدى العقود القليلة القادمة، نحن على الأرجح سنشهد توسعًا دراماتيكيًا في فئات المهام، ولتلك الوظائف ما يمكن تنفيذها بواسطة الآلات.

المجال الرئيسي الثاني للتطبيق هو المعلومات نفسها: لقد انتهينا إلى حد كبير من الانتقال من الطرق المادية المستندة إلى الورق لالتقاط المعلومات وإبلاغها (النص والرسوم البيانية والصور وما إلى ذلك) لإدارة البيانات في شكل إلكتروني، لكن البيانات التي نجمعها ونخزّنها ونشاركها في قواعد المعلومات الاستخبارية في صناعة المخابرات " Artifcial Intelligence 57"

أصبح مرئيًا بشكل متزايد في الطبيعة تطور للكاميرا الرقمية، خصوصًا عند تم دمجها في أجهزة الاتصالات في كل مكان مثل الهواتف الذكية، فقد خفضت تكلفة التقاط الصور ومشاركتها إلى الصفر تقريبًا، بدلاً من النقر على لوحة مفاتيح صغيرة، فتجد الآن الكثير من الناس يتعامل ببساطة مع زر "انقر" ويتم إرسال الصورة. ونتيجة لذلك، فإن نسبة المعلومات البصرية، من خلال الإنترنت قد تضخمت، فتجد أن وحدة فيديو واحدة من المتوقع أن تشكل 84% من جميع متاجر الإنترنت.

وفقًا لدراسة حديثة للصناعة المشكلة هي أنه على عكس البيانات النصية، التي يمكننا تفسيرها إلكترونياً لأغراض الفهرسة والاسترجاع، فإنه ليس لدينا طريقة لإدارة الصور ومقاطع الفيديو ما لم تكن تعرض على المصدر أو يصنفها الإنسان، فأنت قد تُفاجأ عندما تعلم أنه عند إجراء بحث "Google" بالنسبة إلى الصور، فأنت لا تبحث في الواقع عن الصور نفسها، بل عن التصنيفات والنصوص المصاحبة التي تقترح ما قد يظهر، فهذا هو السبب في أن عمليات البحث هذه أقل بكثير من استرجاع صفحة الويب. لذلك فإن الجزء الأكبر من العملية الإلكترونية يتمثل في نقل البيانات من النماذج النصية إلى البصرية.

ونحن لدينا توسع في المعلومات من خلال الشبكات الرقمية، إلا أن تقنيات رؤية الكمبيوتر تقدم الوعد بإدارة كل هذا تلقائيًا، مثل برامج التعرف على الوجه فهي بالفعل تستخدم لأغراض متنوعة مثل الأمن القومي من خلال زيادة صور أصدقائك على الفيسبوك.

ولكن سرعان ما ستتسع القدرة على تفسير وتوسيم الصور لتشمل كل الصور تقريبًا،

وعموماً فإن تكنولوجيا الرؤية الحاسوبية قد تصل في الوقت المناسب لمساعدتنا من الغرق في محيط من المعلومات الخاصة.

ثالثًا: التعرف على الكلام:

كان استخدام الكمبيوتر للغة بطريقة الذكاء الاصطناعي على النقيض من البشر، الذين من المفترض أن تتحدث عنهم الكتب قبل الكمبيوتر.

يعتبر التعرف على الكلام أكثر تشويشًا بشكل كبير من معالجة اللغة المكتوبة في جزء كبير بسبب التقلب والضوضاء الكامنة في تيارات الصوت من اللغة المنطوقة حيث أن فصل "الإشارة" عن "الضوضاء"، ونقلها إلى الكلمات المكتوبة المناسبة، مهمة شاقة للبشر وكذلك أجهزة الكمبيوتر، كما يمكن لأي مستهلك من "الطبقات الدنيا" المشاهدة لشاشة التلفزيون.

لكن بداية المشكلة تتمثل في فصل الكلمات من أصوات الخلفية، مثل ما اكتشفه الباحثون الأوائل في هذا المجال بسرعة، فليس هناك اختلاف واضح بين الكلمات، خلافًا لما قد تفكر به عندما تستمع لشخص يتحدث في معنى كبير وهو منقول أيضا عن طريق كيفية تغيير الحجم والنبرة وهو ما يسمي "علم العروض أو الموسيقى" من قبل اللغويين، ففي اللغة الإنجليزية مثلًا، يمكنك تغيير معنى الكلام تمامًا عن طريق زيادة درجة الصوت في النهاية.

مع كل هذه التحديات، إنها معجزة حقًا لأن المشكلة كان لا يمكن حلُّها على الإطلاق، فقد حاولت معظم الجهود التعرف على الكلام في وقت مبكر لتبسيط المهمة عن طريق الحد من المفردات، التي تعمل في مجال مبسط (مثل لعب الشطرنج)، والتي تتطلب المتحدث للتوقف مؤقتًا بين الكلمات، وأيًا من التصميم هو متحدث معين ويتطلب جلسات تدريبية مكثفة (لكل من المتكلم البشري والجهاز).

في محاولة للقفز والتقدم في هذا المجال، في عام 1971 قامت DARPA بتمويل مسابقة لمدة عام من أجل الكلام المستمر (بمعنى عدم وجود توقف مؤقت بين الكلمات)،

باستخدام مفردات لا تقل عن ألف كلمة، سواء كان أي من المتسابقين قد نجح، ومن هنا كانت مسألة الجدل، ورفضت الوكالة تجديد التمويل بعد هذه الفترة الأولية، حتى أنه أعاد إحياء اهتمامه بعد حوالي عشر سنوات في عام 1984، بينما استخدمت الفِرَقُ في هذه المسابقة مجموعة متنوعة من التقنيات المختلفة، يمكن وصف معظمها تقريبًا على أنها محاولات للتدوين، ويجلب الحكمة المقبولة من مجموعة متنوعة من الحقول، مثل بناء الجملة، الصوتيات، ومعالجة الإشارات.

وخلال العام 1980، وُجدت تقنية إحصائية من خلالها تم تطبيق نماذج ماركوف (HMM) لحل مشكلة التعرف على الكلام، وقد ظهرت نتائج واعدة، بشكل غير رسمي.

إن نماذج ماركوف (HMM) تقوم بمعالجة تدفق الصوت ديناميكيًا (من اليسار إلى اليمين)، باستمرار الحوسبة وتحديث احتمالية أن واحدة أو أكثر من التفسيرات هي الإجابة الصحيحة، فهذا أدى إلى العديد من التعرف على الكلام المتاح تجاريا في تسويق المنتجات، وأبرزها "الكلام الطبيعي" أو ما يعرف بـ""NaturallySpeaking من نظم الاثنين، وقد أظهر تحسُّنًا ملحوظًا على الجهود السابقة، هذا النهج (على الأقل في سنواتها السابقة) كان لا يزال دقيقًا بشكل لا لبسَ فيه، وكان هذا اعتمادًا واسع النطاق من هذه التكنولوجيا.

وفي الآونة الأخيرة، مع تطبيق التعلم الآلي الأحدث تقنيًا، مرة أخرى يكون الروبوت مدفوع القدرة على التقاط وتحليل مجموعات كبيرة من عينات الكلام، مع زيادة الذكاء الاصطناعي، وتعيين الدقة وفائدة هذه النُظم.

وفي عام 2009، تعاون مجموعة من الباحثين في جامعة "تورونتو" مع شركة ""IBM من أجل البحث في تطبيق تقنيات التعلم الآلي للحدّ من المشكلة، ومن معدلات الخطأ، فكانت النتيجة حسنة بنسبة 30%، وقد وُجِدَ استخدامٌ رئيسيٌّ في الهواتف الذكية كطريقة بديلة لإصدار الأوامر وإدخال البيانات، وبالتالي تأججَ انفجار الاهتمام والبحث مرة أخرى، فقد أصبح الجمع بين أجهزة الكمبيوتر أكثر قوةً، وأسرع في الوصول إلى كميات

كبيرة من بيانات التدريب، وتآمرت أساليب التعلم الآلي للقضاء على المشكلة وتقديمها نظم ذات أهمية عملية وتجارية، بينما الحالة الراهنة للفن في التعرف الآلي على الكلام هي بالتأكيد أقل قدرة من البشر المتحدثين، وفائدة تقنية هذا النطاق المحدود مثيرة للإعجاب، على سبيل المثال، في Google Voice وSiri من Apple، كل منها متاح على الهواتف الذكية للشركة المعنية.

رابعًا: معالجة اللغة الطبيعية:

قدرة البشر على استخدام اللغة هي عامل مميز ورئيسي بينهم وغيرهم، فنحن نستخدم كلماتنا ليس للتواصل فقط، ولكن أيضًا لمساعدتنا على التفكير والتذكر، وتعيين الأشياء والفئات، وتسمية الأفراد.

إن اللغة لا تُستخدم فقط في الوصف، لكنها تُستخدم أيضًا للتثقيف، والإبداع، والتخيل، وتأكيد النوايا، وجعل الالتزامات، وتحديد هوية الناس تراث مماثل، من بين أشياء أخرى كثيرة، مثلنا.

إن اللغات تتطور وتتناسب مع احتياجاتنا، تقريبًا كما لو كانوا كائناتٍ حيةً في حد ذاتها، فهناك الكثير من النظريات المتنافسة حول التطور اللغوي التي ناقشتها الجمعية اللغوية في باريس في مناقشة أصول اللغة في الآونة الأخيرة، إلا أن عالم اللغويات الأسطوري "نعوم تشومسكي" (من بين آخرين) قد ناقش أصول اللغة سواء كانت اللغة تطورت على الإطلاق أو كانت نتيجة للغناء.

الفصل

السادس

استخدامات

الذكاء الاصطناعي

ويشتمل هذا الفصل على النقاط التالية:

- ✓ أولا: علاقات العملاء
- ✓ ثانيًا: النقل
- ✓ ثالثًا: الطب
- ✓ رابعا: الوكلاء الأذكياء أو المساعدين الشخصيين
- ✓ خامسا: المنزل الذكي
- ✓ سادسا: الصورة والصوت والوجه والاعتراف
- ✓ سابعا: أدوات التوصية

الفصل السادس

استخدامات الذكاء الاصطناعي

يشهد سوق الذكاء الاصطناعي ازدهارًا في الوقت الحالي، حيث تستثمر غالبية الشركات الكبيرة بشكل كبير في مجال البحث والتطوير في هذا المجال، وقد خصصت كل من Google وApple وFacebook وAmazon وGAFA عدة آلاف من المهندسين لديها، بالإضافة إلى عدة مليارات من الدولارات، كذلك بعض الدول فمثلاً (استثمرت فرنسا 1.5 مليار يورو في عام 2015، "فرنسا IA")، حيث لا يدخر أي منها أي مجهود، سواء من المال، أو من القدرات البشرية في السعي الحثيث نحو ازدهار أبحاث الذكاء الاصطناعي، ويتم رقمنة الشركات أكثر وأكثر مع كل يوم يمر، حيث تتأثر جميع الصناعات تقريبا بطريقة ما مع توسع الذكاء الاصطناعي.

هذا وسوف تتغير العلاقات تدريجيا بين مختلف الجهات الفاعلة الداخلية (الموظفين) والجهات الفاعلة الخارجية (العملاء والموردين)، وفي هذا الجزء نتعرف على استخدامات الذكاء الاصطناعي. ومن أبرز هذه الاستخدامات:

- علاقات العملاء.
- النقل: السيارات وغيرها من أشكال النقل المستقلة.
- الطب: المساعدة في التشخيص.

- أتمتة المنزل: المنزل الذكي عن طريق الذكاء الاصطناعي والبيانات الكبيرة.
- وكلاء ذكاء أو مساعدين شخصيين: ورثة جديرون بالهواتف الذكية.
- الصورة والصوت والوجه والاعتراف.
- أدوات التوصية.

وبحسب التعريف، فإن جميع الاستخدامات الممكنة الناشئة عن التعلم خاضعة للإشراف أو لا يمكن لها السيطرة الذاتية، التي قد تنتقل إلى الخوارزميات عبر البيانات الكبيرة، ومن يدري ماذا سيأتي غدا...

أولا: علاقات العملاء:

في إدارة تجربة العملاء نرى خضوع إدارة علاقات العملاء (CRM) لبعض التطورات الرئيسية في نهاية القرن العشرين مع ظهور مواقع الإنترنت والتجارة الإلكترونية، وكانت ثورة أكثر من مجرد تطور بالنسبة للمستهلك، الذي يستطيع الآن مقارنة عروض متعددة من السلع أو الخدمات في عدد قليل من النقرات، وكان لهذه الفرص الجديدة تأثير مباشر على العلاقات بين الموردين، على سبيل المثال لا الحصر العلامات التجارية، وعملائها، الذين أصبحوا في نهاية المطاف عملاء "الجميع".

هذا هو المكان الذي أدركت فيه الشركات أن من ظنوا أنهم "زبائنهم" لم يعد ينتمون إليهم؛ وكان الوقت الذي يقضيه العميل في زيارة موقعه على الويب للتجارة الإلكترونية أو الاتصال بمركز الاتصال التابع له هو الشيء الوحيد الذي يمكن استخدامه في سياق علاقة العميل، هذا الوعي أدى إلى إدارة علاقات العملاء.

وقد تضمنت هذه الأنظمة بناء قواعد بيانات لمعرفة العملاء، والتي تستند بشكل أساسي إلى بيانات من أنظمة مبيعات المعاملات، مثل مواقع التجارة الإلكترونية أو مراكز الاتصال، مع فرضية أساسية مفادها أن العميل معروف/معترف به بطريقة أو بأخرى ، وهو أمر صعب عندما يتنقل العميل "بشكل مجهول" دون تسجيل رسمي إلى موقع ويب، ويركب على موجة التطور التكنولوجي لاستخدامات الذكاء الاصطناعي أدوات الاتصال

(الهواتف الذكية، الأجهزة اللوحية)، وقد وصلت شبكات التواصل الاجتماعي إلى عالم أصبح رقميًا أكثر كل يوم، باتصاله بالإنترنت دائمًا.

يمكننا حتى القول بأن مصدر هذه التغييرات هي تغييرات كبيرة في علاقات العملاء على الشبكات الاجتماعية، فإن العملاء الذين لديهم "سيطرة" يقررون متى وكيف يريدون التفاعل مع الشركة من خلال طريقة عملهم التعاونية، فتشجع شبكات التواصل الاجتماعي التبادل وتبادل المعلومات حول الموضوعات الاجتماعية، ولكن أيضا تتعلق بعلامة تجارية، عن طريق منتج، أو غيره، وأكثر من تجربة على ذلك.

من الأسهل والأكثر فعالية مشاركة المحتوى، مثل الصور ومقاطع الفيديو وما إلى ذلك، وإبداء رأيك في شبكات التواصل الاجتماعي مثل Facebook في سياق المشاركة مع مجتمعك، أو لمجرد ترك تعليق في مكان ما، بدلاً من الإجابة عن الرضا بالمسوحات عن طريق البريد أو الهاتف، أو حتى على الإنترنت.

وقد أدى هذا النهج الجديد لعلاقات العملاء إلى ولادة CRM الاجتماعية، وللمرة الأولى على الإطلاق، كان على الشركات أن تأخذ في الاعتبار البعد الاجتماعي لعلاقات عملائها، الأمر الذي أجبرهم على ذلك لإعادة التفكير في استراتيجية الاتصال الخاصة بهم، وقد طورت CRM الاجتماعية الاتصال بين الشركة وعملائها، واعتاد العميل أن يكون في اتجاه مجرى تدفق الاتصالات هذا، والذي تم استهدافه بين العديد من الآخرين.

وعلى هذا النهج، هناك أمور تم تحديدها على أنها في نفس المجال، وبعبارة أخرى مع مستخدم آخر أظهر سلوكًا شبيهًا متطابقًا أو أكثر في حملة تسويقية واحدة أو أخرى نحو وسائل تواصل أكثر تفاعلية، أصبح العميل ومقدم الخدمة على اتصال مباشر أو غير مباشر عبر شبكات التواصل الاجتماعي، وهذا يسمح لعدة أشياء: أولا وقبل كل شيء، بناء علاقة أكثر إنسانية، وأكثر طبيعية، وأكثر مباشرة مع العملاء، وحتى جعلهم يساهمون في إنشاء السلع أو الخدمات التي تناسبهم بشكل أفضل، ولكن فوق كل شيء، يزيد من المعرفة التي لدى الشركات من عملائها دمجها في قواعد بيانات التسويق للتفاعلات على شبكات التواصل الاجتماعي المختلفة مثل Facebook، Twitter، والمنتديات، إلخ.

"Social CRM" يجعل من الممكن إثراء إدارة علاقات العملاء إلى حد كبير عـن طريـق توفير البيانات التي يصعب الحصول عليها أو من المستحيل الحصول عليها من خـلال قنـوات علاقات العملاء الكلاسيكية. على سبيل المثال، مع إدارة علاقات العملاء الاجتماعية، لا يمكنـك فقط تتبع ما يفكر به عملاؤك في شركتك، بل أيضًا ما يقوله عملاؤك عن شركتك إلى شبكاتهم، والشبكات الاجتماعية هي إلى حد بعيد أفضل مكان لمعرفة ما يقـال عنـك، فقـد يسـمح لـك CRM الاجتماعي بتوسيع نطاق إدارة علاقـات العمـلاء (CRM) واتخـاذ خطـوة كبـيرة نحـو إدارة تجربة العملاء (CXM) من خلال فهـم أكـثر تفصـيلاً وتوسـيعًا لعملائـك، وأيضًـاCRM الاجتماعي هو أحد مكونات CXM، يتجاوز ذلك التفاعلات البسـيطة بـين العميـل والشركـة، ويمتد إلى شبكته الفردية.

ما الدور الذي لعبته الهواتف الذكيـة والأجهـزة اللوحيـة في هـذه العلاقـة؟ اليـوم، مـن المستحيل التحدث عن علاقات العملاء دون ذكر الأجهـزة التـي تسـمح لنـا بالاتصـال بالعـالم الرقمي في أي مكان وفي أي وقت، هذه الأجهزة المحمولة (التي لا تترك جوانبهـا أبـدًا) قامـت بتعديل عميق للتفاعلات بين الشركة وعملائها، ويتم الآن اسـتخدام أجهـزة الجـوال (الهـاتف الذكي أو الكمبيوتر اللوحي، منذ اللحظة التي نمتلك فيها وهي متصلة بالإنترنت) للبحث عـن رحلة، لمقارنة المنتجات بين مواقع الويـب، للاتصـال بخدمـة العمـلاء، إلى إشـعارات الملفـات، لمعالجة الأنشطة الإدارية، وأكثر بكثير، وقد أظهرت الدراسات الحديثة ارتفاعًا في قوة الجـوّال من حيث تجربة العملاء، وهنا بعض أمثلة لتسليط الضوء على هذا:

- أكثر من نصف السكان الفرنسيين يملكون هاتفًا ذكيًا.
- ثلث على الأقل يمتلك جهاز لوحي به كل استخدامات الذكاء الاصطناعي.
- تطبيقات الجوال هي الأداة الرقمية الرئيسية لتحسين تجربة عملاء الجوال.
- أكثر من نصف جميع الأنشـطة التجاريـة (النشـطة في عـالم العلاقـات الرقميـة للعميـل) ترغب في تحسين تجربة عملائها المتنقلين بسرعة.
- يمكن استخدام الأجهزة المحمولة لتحسين القرب من العملاء.



CXM"" هو أكثر من مجرد حزمة برمجيـة CXM ليسـت فقـط حـول تطبيـق CXM، فهو نهج جديد لعلاقات العملاء، وهو النهج الذي يهدف إلى مواءمة الشركـة بأكملهـا، ولـيس فقط الخدمات القليلة (التسويق أو المبيعات) التي كانت الوحيدة التي تدير هذه العلاقة في العادة، نحن نشير إلى تحول نموذجي للشركات، حيث تساهم كل نقطة اتصال (بغـض النظـر عما تفعله الشركة) في هذه التجربة؛ فنحن نتحدث عن كونها "تتمحور حول العملاء".

تتفوق CXM بشكل رئيسي على إدارة علاقات العملاء مـن خـلال إرادتهـا للتعمـق أكثر في معرفة رحلة العميل، مـن خـلال التقـاط تفـاعلات الـذكاء الاصـطناعي والبيانـات

الكبيرة (من جميع الأنواع، سواء عبر الإنترنت أو دون الاتصال بالإنترنت، الاستهلاك، إلخ) بهدف تحسين وتحسين تجرية العميل عن طريق تخصيص هذه التجربة وإضفاء طابع شخصي عليها، هذا النهج، الذي يشمل جميع المستويات داخل الشركة، هو في الحقيقة جوهر فلسفة CXM.

من الواضح أن CXM جزء من CRM المتطور، والذي يتضمن التحكم والسيطرة على نقاط الاتصال بين الشركة وعملائها، وإتقان هذا يعني دمج حلول مختلفة من تطبيقات حاسوبية لإدارة نقاط الاتصال هذه، بالإضافة إلى التقاط البيانات الكبيرة المتعلقة بنقاط الاتصال هذه، وستكون هذه البيانات الكبيرة بعد ذلك المادة الخام لتحليل ومراقبة العمليات في هذه التجربة، وبالنسبة للشركات الأكثر تطوراً في هذا المجال، سوف تغذي حلول الذكاء الاصطناعي التي ستستخلص قيمة من هذه المعلومات.

يتمثل مبدأ CXM في أن تقوم الشركات "بتخصيص" متطلبات عملائها من خلال تزويدهم بتجربة متجددة وشخصية وتفاعلية وموجهة باستمرار في كل مرحلة من مراحل رحلتهم، ويجب أن تقوم CXM بدمج أدوات التخصيص للتوصية بأفضل المنتجات وتوجيه التحويل من خلال الحلول التلقائية عبر القنوات وحلول التخصيص.

ويهدف منهج CXM إلى تقديم خدمة متميزة، عن تجربة فردية، من خلال وضع توقعات العملاء في صميم مسؤوليات الشركة (مثل تركيز عمليات الشركة على العميل)، ولذلك من الضروري إشراك الفرق في جميع أنحاء الشركة وليس فقط تلك المخصصة لعلاقات العملاء، فيجب إقناع كل موظف في الشركة بمساهمته في هذه التجربة، فاستخدام الذكاء الاصطناعي من مكونات CXM.

تفاعلات العميل هذه هي طبقة التكامل في نظام المعلومات التي تسمح بتبادل المعلومات في الوقت الحقيقي بين العميل ومصادر المعلومات المختلفة الخاصة به، في عالمنا الرقمي المترابط بشكل متزايد، حيث يعتبر الوقت والتنقل أساسيان، ويرغب العملاء في الوصول إلى المعلومات المطلوبة بسرعة ومن أي مكان، وهذا يشمل السعر وتوافر المنتج،

وحجز الأنشطة (رحلات وتـذاكر، ومـا إلى ذلـك)، والبيانـات الشخصـية، والخـدمات الإداريـة والشبكات الاجتماعية.

يتم وضع الإنترنت كوسـيلة أنسـب لهـذه التوقعـات التـي أصـبحت في الواقـع احتياجـات ضرورية لإدارة محتوى الويب وهذا ينطـوي بشـكل أسـاسي عـلى تخصـيص المحتـوى ليكـون منسجمًا مع الملف الشخصي للعميل ويتماشى مع سياسة الاتصال بالشركة، ولكنه يعنـي أيضًـا القدرة على التكيف مع رحلة المستخدم، على سبيل المثال من خلال تقديم خيـارات النقـل في وقت أقرب، بمجرد تحديد هوية العميل على أنه من بلد آخر أو حتـى حسـب المرحلـة التـي يقضيها في رحلته أو وفقا للمحتويات.

في عربة التسوق الخاصة بالتجارة الإلكترونية وتطبيقـات الويـب يجـب تصـميم مواقـع التجارة الإلكترونية وتطبيقات الهـاتف المحمـول للسـماح بالتخصـيص، ويتطلـب ذلـك قسـما رسميا بين طبقة العرض (الآليات التي تسمح بعرض المحتوى) وطبقـة إدارة التفاعـل (تبـادل البيانات أو قواعد الأعمال)، فبدون هذا التقسيم، من المحتمل أن يكون التخصيص الديناميكي للمحتوى أو التصفح صعباً أو حتى مستحيلاً.

إن البيانات الكبيرة على منصة إدارة البيانات (مثل بيانات الاتصال، بيانـات الشراء، ومـا إلى ذلك) هي المادة الخام من CXM (التي تعمل كنظام مرجعي للعميل)، ويمكـن أن يكـون من صيغ مختلفـة وأحجـام مختلفـة، وتعتمـد CXM عـلى هـذه البيانـات (مـن خـلال العمليـات التحليلية والذكاء الاصطناعي) للتفاعل مع العميل، بعض الحلول الشائعة هي كما يلي:

- معماريات البيانات الضـخمة باسـتخدام تقنيـات Hadoop (جميـع تنسـيقات البيانـات ممكنة: السجلات، البريـد الإلكـتروني، الصـور، الأصـوات، المـدونات، إلـخ) كـل ذلـك مـن استخدامات الذكاء الاصطناعي.
- بحيرات البيانات، وهي قواعد بيانات (مثل البيانات الضخمة) حيث يتم تنظيم البيانـات في وقت قراءتها.
- منصة إدارة البيانات، وهي نسخة متكاملة من النقطتين أعلاه.

توصيات أبحاث الذكاء الاصطناعي هذا هي حجر الزاوية في CXM، حيث ستتم الاستفادة المثلى من تجربة العملاء، كونها البعد التحليلي لهذه البنية، غالبًا ما يجمع بين خوارزميات تحليل البيانات (عبر عمليات التحليل التعديني للبيانات أو حلول الذكاء الاصطناعي للتعلم الذاتي) ومحرك التوصية، المسؤول عن تحسين تجربة العميل (تحت سيطرة طوب تحليلي).

ثانيًا: النقل:

في صناعة النقل منذ عدة سنوات، بدأ المصنعون يزيدون من براعتهم في دمج التقنيات الجديدة في سيارات الركاب ووسائل النقل العام من أجل تسهيل الحياة اليومية، وبفضل التقنيات المتطورة بشكل متزايد، أصبحت مركبات النقل مثل السيارات والطائرات والقطارات وما إلى ذلك أكثر موثوقية وكفاءة.

اليوم، لدينا بالفعل الكثير من التكنولوجيا في سياراتنا، وهي متصلة ومجهزة بأجهزة استشعار مختلفة، وأجهزة رادار، وكاميرات، ونظام تحديد المواقع، ونظام تثبيت السرعة... السيارة المستقلة ليست سوى استمرار للتقدم الذي تحقق بالفعل في العقدين الأخيرين في هذا المجال، مع هدف نهائي لا يحتاج إلى سائق على الإطلاق.

الأغراض الرئيسية لهذا النهج هي كما يلي:

- تحسين السلامة على الطرق.
- تحسين تدفق حركة المرور.
- إعادة التفكير في نموذج استخدام السيارة عن طريق الذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة.
- تحسين الوقت المستغرق أثناء النقل، واستخدام هذا الوقت لشيء آخر غير القيادة، مثل السلامة على الطرق فهي السبب الرئيسي، حيث تشير التقديرات إلى أن أكثر من 80٪ من حوادث الطرق سببها خطأ بشري، فإذا كانت جميع السيارات مستقلة ومتصلة، فإن عدد حوادث الطرق سوف ينخفض بشكل كبير، فالسيارات ستتفاعل

بسرعة أكبر، وقبل كل شيء، بشكل أكثر عقلانية في حالة الخطر، لن يكون هناك سلوك أكثر سرعة ولا يمكن التنبؤ به (بخلاف الفترة الانتقالية، بين السيارات المستقلّة بالفعل والسيارات التي ليست كذلك).

إذا تم استبدال أسطول السيارات بأكمله بسيارات ذاتية القيادة، فإن حركة المرور في المدن ستكون أكثر مرونة، ولن يكون هناك أي اختناقات مرورية تقريبًا لأن الشبكة بأكملها ستكون مترابطة ولن يتم إيقاف السيارات، لأنهم سيكونون قادرين على إيقاف سياراتهم في أقرب موقف للسيارات بعد التوقف.

لا شك في أن نموذج الاستخدام لسيارة خاصة سيشهد أثراً كبيرا، ولن يكون من الضروري تعلم القيادة بعد الآن، ولن يكون هناك أي قيد على الاستخدام (العمر، الصحة، الرؤية، إلخ)، ومن المحتمل جدا أن يكون لهذا تأثير على النموذج الحالي للنقل العام، لذلك لن يكون هناك سبب حقيقي لامتلاك سيارة على الإطلاق، وسنكون قادرين على تحسين وقت النقل بجعله أكثر فائدة (مثل وجود مؤتمر فيديو من سيارتك، على سبيل المثال).

يبدو واضحا أن هذا العقد من التاريخ قد بدأ بالفعل، ولا شيء يبدو قادرا على إيقافه، في العقد القادم، سنشهد ثورة في النقل الجماعي والفردي. ومع ذلك، يجب توضيح بعض الجوانب القانونية والأخلاقية للمفاهيم، مثل:

- المسؤولية في حال وقوع حادث، من الناحية النظرية، لن يكون السائق مسؤولاً بشكل مباشر عن حادث، بفضل استخدامات الذكاء الاصطناعي.
- كيف يمكن للسيارة ذاتية الحكم (ومن ثم الخوارزميات التي تتحكم بها) أن تتفاعل في وضع يكون فيه الناس (مثل الطفل الذي يعبر الشارع فجأة دون حواجز) يمكن أن تتورط في حادث؟
- المخاطر التكنولوجية المرتبطة "بالقرصنة"، يمكن للأشخاص ذوي النوايا الحسنة السيطرة عن بعد على المركبات، فحتى الآن، خمس دول في الولايات المتحدة قد صرحت بالفعل المركبات ذاتية القيادة، وفرنسا، من جانبها، لا تملك سوى مناطق اختبار معتمدة فقط في إطار قانون نقل الطاقة.

شكل يوضح كيف تعمل السيارة المستقلة

أولا، هناك كاشف:Lidar ، وهو نظام للاستشعار عن بعد، الليزر الذي يمسح البيئة المباشرة للسيارة (360 إلى 60 مترا) وينتج خريطة مفصلة ثلاثية الأبعاد من المناطق المحيطة. يسمح للسيارة باحترام إشارات الطرق، وتجنب العقبات وتحديد موقعها داخل بيئتها، وتقوم أجهزة استشعار الحركة المدمجة في المصدات الأمامية والخلفية، بالكشف عن المركبات الموجودة أمام وخلف السيارة وقياس سرعتها واعتمادا على الوضع تسارع السيارة أو تبطئ.

السيارة Lidar AUTONOMOUS: تفحص البيئة المحيطة بـ 360 درجة لمسافة 60 م، مزودة بالكاميرا التي تكتشف وتفهم الأضواء والعلامات والمشاة، وبالمستشعر الذي يبقي السيارة متوازنة ويشير الطريق الصحيح، ومستشعر الحركة الخلفي الذي يقيس سرعة المركبات الأخرى والنظام الدماغ الذي يقوم بتحليل البيانات الواردة والتحكم في السيارة، وجهاز استشعار الحركة الأمامية الذي يقيس سرعة المركبات الأخرى، يسمح للسيارة باحترام إشارات الطرق، وتجنب العقبات وتحديد موقعها داخل بيئتها، وتقوم

أجهزة استشعار الحركة، المدمجة في المصدات الأمامية والخلفية، بالكشف عن المركبات الموجودة في الأمام وخلف السيارة وقياس سرعتها، اعتمادا على الوضع، في تسارع السيارة أو بطئها، ويرون أكثر وأفضل في المطر والضباب.

هناك نوع آخر من أجهزة الاستشعار يعمل كأذن داخلية، مما يعطي السيارة إحساسها بالاتجاه، مثل الكاميرا، التي تقع من خلال مرآة الرؤية الخلفية الداخلية، تكتشف وتفسر إشارات المرور، ووجود المشاة.

بعد ذلك يقوم اللامر والحساسات والكاميرات بنقل المعلومات إلى دماغ النظام، ومجموعة من البرامج المختلفة، بعد معالجة البيانات وتقييم الوضع، فإنه يتخذ قرارًا ويتحكم في الإجراءات من خلال التحكم في المؤازرة على عجلة القيادة والمسرع والفرامل، للحصول على سيارة مستقلة تمامًا، يجب على كل سائق القيام بذلك هو إعطاء السيارة وجهتها عبر شاشة أو أمر صوتي، أما بالنسبة للسيارات الأخرى، فيتم تعطيل وضع الاستقلالية بمجرد الضغط على عجلة القيادة أو الدواسات أو زر التوقف، اعتمادًا على الطراز، لكن ما هي حالة مشاريع السيارات المستقلة لـ GAFA (اللاعبين الرئيسيين الذين اختاروا المشاركة في هذه المغامرة) وصانعي السيارات؟ تقريبا كل منهم لديهم مشروع سيارة مستقلة، الآلاف من المهندسين يعملون على هذه المشاريع وقد تم استثمار المليارات (من اليورو والدولار)، وذلك بهدف أن الطفل المولود اليوم لن يحتاج أبدا إلى اجتياز اختبار القيادة.

ثالثًا: الطب:

بما أن المستوى الأساسي للمعرفة المطلوبة ليكون مهنيًا في مجال الصحة يزداد (يتضاعف كل عام تقريبًا)، فإن الطبيب ليس في مجال متساوٍ مع أكثر من مجال آخر، حيث يتم فهرسة 3000 مقال جديد كل يوم في قاعدة بيانات Pub Med Uses for Artificial Intelligence 59 (تقوم PubMed بتجميع المواد الطبية والبيولوجية)، وهذا يجعل من المستحيل تقريبا البقاء على اطلاع على أحدث المعلومات الطبية.

ولا شك أن الذكاء الاصطناعي هو أحد أفضل الطرق لعلاج هذه المشكلة من خلال تحليل جميع المعلومات المتاحة بهدف الكشف عن الارتباطات، والنماذج، وما إلى ذلك، وبالتالي مساعدة الأطباء على تنفيذ العلاجات والبروتوكولات وما إلى ذلك، من مرض، وغيره.

إن ظهور الأجهزة المتصلة (أجهزة الاستشعار) وبرامج المساعدات التشخيصية هي نواقل لتطوير الطب عن بعد، قد أصبحت الأجهزة المتصلة المكرسة للصحة الآن حقيقة واقعة مثل (مقياس التوتر، قياس نسبة السكر في الدم، صندوق حبوب منع الحمل وما إلى ذلك)، وفي الوقت الحالي، يتم تطويرها بشكل مستقل (حلول خاصة، كل جهاز يعمل مع تطبيقه الخاص)، ولا يوجد بروتوكول اتصال واحد (موحد) للسماح بمشاركة البيانات بنفس التنسيق.

وبشكل عام، فإن عمالقة الويب GAFA يستثمرون بشكل كبير في الطب التنبؤي، ويمكن استبدال الطب العلاجي الحالي (الذي يعالج المرض فقط عندما يتجلى في نفسه) على المدى المتوسط عن طريق الطب التنبؤي الذي يعتمد على الأجهزة المتصلة (البيانات الكبيرة) والمادة الاصطناعية.

الذكاء الاصطناعي في (تحليل البيانات الضخمة)، يكون بهدف الحصول على دواء أكثر تنبؤًا وتشخيصًا، من المرجح أن نشهد ثورة في مجال الصحة في العقود المقبلة، وسيتم تزويد الأشخاص المعرضين لخطر المرض بأجهزة مراقبة طبية (أجهزة استشعار متصلة) ومتصلة بشبكة إنترنت الأشياء، سوف تمكن هذه الأجهزة المتصلة في الوقت الحقيقي من استعادة المعلومات الطبية والصحية من مراقبة المرضى، والتي سيتم تحليلها عبر منصات الذكاء الاصطناعي، وقد يؤدي ذلك إلى ظهور دواء "تفاعلي" حيث يتصل المريض باستمرار بطبيب افتراضي، بواسطة الذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة.



رابعا: الوكلاء الأذكياء أو المساعدين الشخصيين:

المساعد الشخصي "الذكي" (أو الوكيل) أو البوت، والذي هو انكماش الروبوت، هو في الواقع تطبيق له وظيفة مساعدتنا في مهامنا اليومية، معالمه الرئيسية كالآتي:

- درجة معينة من الاستقلالية، والتي لا تزال تحت تحكم المستخدم، الذي يقرر وحده مستوى تفويض المهمة، مثل القدرة على التصرف والاستجابة لبيئة الشخص أثناء تنفيذ نشاط معين، حيث يتغير السياق (على سبيل المثال، الحاجة إلى تغيير كلمة المرور التي انتهت صلاحيتها، وإعلام المستخدم وتوجيهه من خلال العملية).
- القدرة على التعاون مع الآخرين من مساعدي البرمجيات البشرية.
- القدرة على التعلم، والتي سوف تحسن باستمرار أداء المهمة.

في الخلاصة، يمكن أن نقول بأن مساعدا شخصيا ذكيا يجب أن يكون لديه معرفة (الوصول إلى المعلومات الضرورية للمهمة)، ويجب أن يتصرف على هذه المعرفة (حتى تاريخه)، كما يجب أن يكون قادراً على فحص أهدافه (مثل إدارة التقويم)، وتخطيط إجراءاته (فيما يتعلق باستخدامه لأغراض الذكاء الاصطناعي)، وربما التصرف على خططه. بالإضافة إلى ذلك، يجب أن يكون قادر على التفاعل مع المساعدين الآخرين،

وسيكون هذا الربط بين المساعدين (سواء كانت الشبكة الشخصية أو غير المتكاملـة) مصـدرًا لتطور جديد في استخدام الإنترنت، وسنقوم بإدخال مجال جديد على الويب، وقد نتلقى مـن الإنترنت الذكي الذي سيكون أكثر استباقية، مع معرفة أفضل (صريحة أو ضمنية) لمستخدميه.

هناك عدة أنواع من المساعدين الذكية (الشخصية وغير الشخصية) التـي لـديها القـدرة على:

- التواصل مع المساعدين الآخرين.
- التصرف في بيئة.
- فهم بيئة المستخدم.
- تقديم الخدمات.

خامسا: المنزل الذكي:

سوف تصبح آلة المساعدين الذكية قريبا جزءا من حياتنا اليومية، يقوم أصحاب المصالح مثـل مسـاعد Google، وApple ، ومايكروسـوفت وغـيرهم الكثـير بتطـوير مسـاعدتهم الشخصية الذكية، هؤلاء المساعدين لديهم شيء واحد مشترك: هو التعلم الآلي، من المعلومات التي نوفرها لهـم والمعلومـات التـي يحصلـون عليهـا بأنفسـهم، يسـتطيع هـؤلاء المسـاعدين مساعدتنا (من خلال التوصيات والمشورة وغيرها)، وسوف يكونون موجـودين بشـكل متزايـد في منازلنا (كدعم للأتمتة المنزلية)، أيضًا سيكون الصوت هو الطريقـة الرئيسـية للاتصـال بيننـا وبينهم، مما يسمح لهم بالتعرف على من هـو، جميـع الوظـائف التـي نقـوم بهـا حاليًـا عـلى هواتفنا الذكية (إجراء التعيينات، إدارة التقـويم الخـاص بـك، حجـز حفلـة موسـيقية، طلـب وجبة طعام، إلخ) كما يمكن القيام بها بواسطة هؤلاء المسـاعدين، الـذين سيصـبحون فعليـين أكثر من ويكيبيديا في مثل "أتمتة المنزل أو دوميات البنـاء الآلي للمنـزل، حيـث يُـدعى المنـزل الذكي، ويشمل التحكم والأتمتة للإضاءة والتدفئـة (مثـل مـنظمات الحـرارة الذكيـة)، التهويـة، وتكييف الهواء (HVAC) والأمن، وكذلك الأجهزة المنزليـة مثـل غسـالة/مجففـات، أفـران أو ثلاجات / مجمدات ".

الذكاء الاصطناعي ومساعدات البيانات الكبيرة (للأسرة أو الفرد) لديه القدرة على ربط المعلومات التي سوف تمكنهم من توقع التغيرات والمخاطر المتعلقة بالمهمة (وبالتالي الهدف الذي يجب تحقيقه). على سبيل المثال، بالنسبة للموعد الذي يتطلب رحلة، سيكون لدى المساعد الذكي القدرة على تحليل حالة حركة المرور في الوقت الفعلي، ومدة الرحلة، والخيارات الممكنة، وما إلى ذلك من أجل توقع حدوث تغيير في السياق يمكن أن يؤثر الموعد في وقت مبكر بما فيه الكفاية، وتظهر الدراسات الحديثة أن أغلبية كبيرة (< 90٪) من مستخدمي الهواتف الذكية استخدموا بالفعل مساعدًا شخصيًا، كذلك جهات تكنولوجية عديدة، مثل (Siri وGoogle Now وOk Google...)



سادسا: الصورة والصوت والوجه والاعتراف:

تعمل الصورة على إحداث ثورة في الاتصالات على الإنترنت، حيث يتم تبادل عدة بلايين من الصور يوميًا على الشبكات الاجتماعية المختلفة، الأمر الذي يجعل من الإنترنت أكثر استخدامًا للذكاء الاصطناعي وأكثر من ذلك مرئيًا، وتغييرًا في استخداماته من

خلال الشعور بالضيق، كما أن الصور تحل محل الكلمات، ولم تعد كافية بالنسبة للجهات الفاعلة على شبكة الإنترنت (العلامات التجارية...) لتحليل "الكلمات"، إنهم يحتاجون أيضًا إلى القدرة على فك تشفير الصور، ولا تتوقف تطبيقات التعرف على الصور في التسويق، وهي تشمل تخصصات مثل التعرف على الوجه، والروبوتات، والترجمة والإعلانات.

الخطوات التالية هي (باختصار) اللازمة لتعلم الشبكة العصبية:

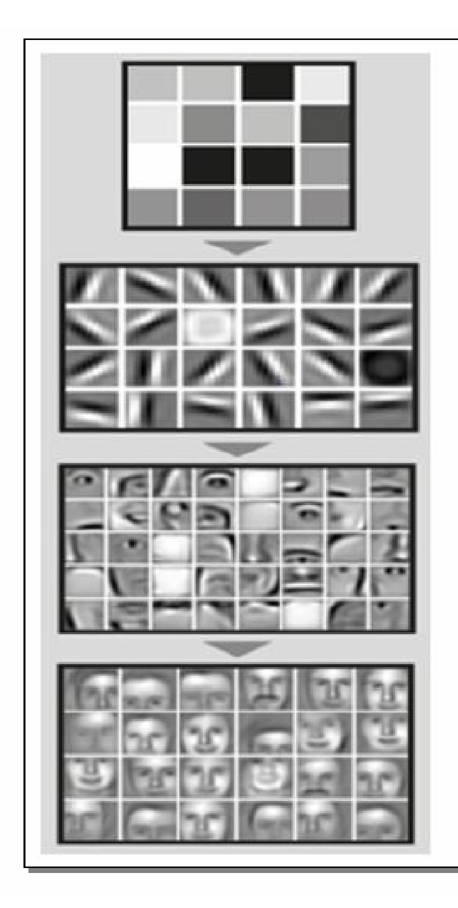
1- جمع بيانات التعلم هي واحدة من أكثر الخطوات هيكلية وتستغرق وقتا طويلا، وهو ينطوي على جمع كل البيانات اللازمة للإنشاء (والتحقق من صحة) النموذج.

2- سوف تحدد النمذجة خصائص النموذج المستهدف، ويتطلب استخراج المتغيرات ذات الصلة أو النموذج (هندسة المعالم): الأشكال الهندسية، والألوان الرئيسية في الصورة، وما إلى ذلك، هذه خطوة حاسمة لأن جودة هذه المتغيرات سوف تعتمد على ملاءمة النموذج، وسيتم استخدام هذه الخطوة أيضًا لتحديد خصائص الشبكة العصبية (نوع وعدد الطبقات)، يمكن وصف هذه الخطوة بأنها "فنية" بالمعنى التحليلي للكلمة.

3- تكوين الشبكة وإعداداتها (بين بيانات التعلم وتلك اللازمة للتحقق من الصحة).

4- مرحلة التعلم هي الخطوة التي تهدف إلى تغذية النموذج بالبيانات (التعلم والتحقق من الصحة)، لتدريبه والتحقق من ذلك، يتم إجراء التعديلات من خلال مقارنة التنبؤ بالنموذج (الناتج) بالنتيجة المتوقعة.

5- يعتبر الناتج (التنبؤ) الخطوة الأخيرة، حيث نعتبر ما إذا كان النموذج موثوقًا ومدروسًا جيدًا ومن ثم يعمل ميزات مثل الأشكال والألوان، الخ.



يـتم تنظـيم الـذكاء الاصـطناعي والبيانـات الضـخمة "الشـبكات العصـبية" في طبقـات متتالية، تراتبية، مكرسة لكل مهمة، مع مبدأ انتقال أعمق إلى الشبكة، كلما كانت المهمة أكثر تعقيدًا للتنفيذ للتعرف على الصـور، نحـدد أولاً البكسـلات التـي تُسـتخدم لتعريـف خطـوط الألوان، ثم الأشكال المتزايدة التعقيد، وأخيراً الوجه، والجسم والحيوان.

في هذا المثال من التعرف على الوجه، يتم ترتيب الطبقات، وهي تبدأ من الطبقة العليا والمهام تتزايد تعقيدًا لاستخدامها في الذكاء الاصطناعي، وفي الشكل التالي يمكن استخدام نفس التقنية للواقع المعزز (إدراك البيئة)، ووضعها على متن مركبة ذاتية القيادة لتـوفير معلومـات للتحكم الآلي في السيارة.

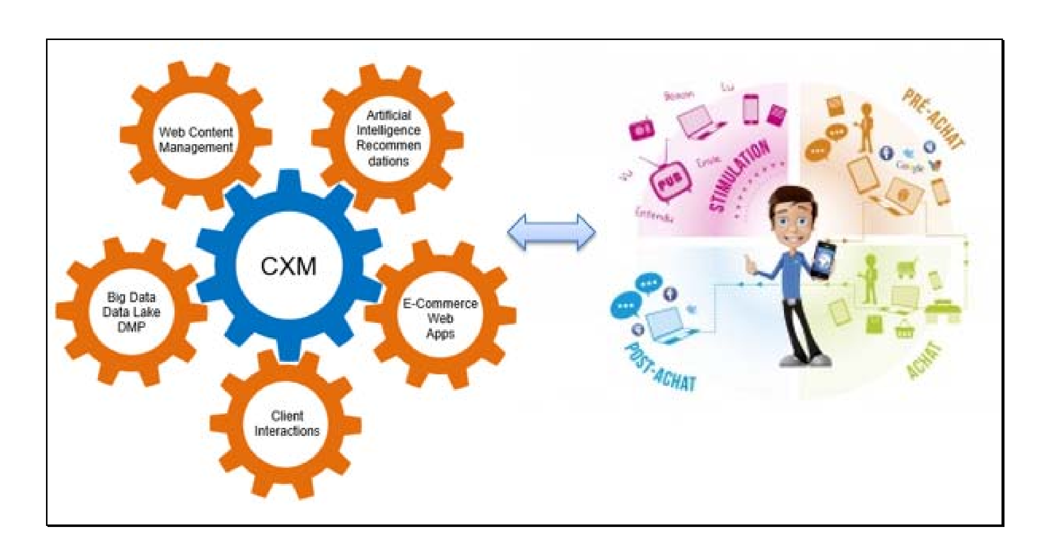


سابعا: أدوات التوصية:

إن الهدف من أدوات التوصية هو زيادة الكفاءة التجارية لموقع إلكتروني للتجارة الإلكترونية من خلال تحسين معدل التحويل (العلاقة بين عدد الزائرين وعدد المشترين)، وهو أحد المؤشرات الرئيسية للإدارة لمعرفة ما إذا كانت المنتجات (البضائع أو الخدمات) المقدمة لمستخدمي الإنترنت تتوافق مع توقعاتهم.

في وقت مبكر جدًا، استخدم اللاعبون الرئيسيون في قطاع الإنترنت مبدأ التوصية لاقتراح المنتجات للزوار والمنتجات التي تتوافق مع ملفهم الشخصي والمحتويات الموجودة في سلة التسوق الخاصة بهم، وتتمثل إحدى طرق تحسين معدل التحويل أو زيادة متوسط سلة التسوق في عرض منتجات تم شراؤها من قِبل مستخدمين آخرين (مع ملف شخصي مشابه)، ومقالات ذات صلة بالمنتج الذي يتم عرضه أو المنتجات التي يوصى بها مستخدمو الإنترنت الآخرون، وهناك احتمالات لا تعد ولا تحصى لاقتراح المنتجات للزائر.

إن تنفيذ مثل هذه الاستراتيجيات المتقاطعة أو المبالغة في البيع أبعد ما يكون عن البساطة، حيث يتم تغذية خوارزميات الإحالة ببيانات الملاحة، وملامح المستخدم (صريحة أو ضمنية) واستراتيجية الشركة (ما هي المنتجات التي يجب "دفعها" في أي سياق.



في الذكاء الاصطناعي والبيانات الكبيرة كما يظهر في الشكل السابق يتم دمج التوصيات في مسار العميل من خلال القناة الصحيحة، حيث تميل قنوات اتصال العملاء إلى التكاثر بدلاً من استبدال بعضها البعض، مما يجبر الشركات على تكييف اتصالاتها مع كل قناة (شكل المحتوى، التفاعل، اللغة، إلخ)، وقد يرغب العميل في اختيار قناته ويكون قادرًا على تغييرها وفقًا للظروف (الوقت من اليوم، والموقع، وموضوع الاهتمام، والنتائج المتوقعة، وما إلى ذلك).

التصفية التعاونية (وضع توصية "تعاوني"):

التصفية التعاونية هي مجموعة من الطرق التي تبني أنظمة التوصية باستخدام آراء وتقييمات المجموعة لمساعدة المستخدمين في خياراتهم، ويكون الغرض من التصفية التعاونية هو تقديم منتجات المستخدمين (السلع أو الخدمات) التي قد تهمهم.

وهناك عدة طرق لبناء هذه التوصيات: أبسط طريقة تستند إلى البيانات التصريرية في حين أن الطريقة الأكثر تعقيدًا تعتمد على بيانات تصفح المستخدمين: الصفحات التي تمت زيارتها، وعدد مرات الزيارات، ومحتوى السلة (اقتران المنتج...)، ومدة الزيارة، وبالطبع الأصوات التي يتركها المستخدمون على المنتجات المختلفة.

مرةً أخرى، البيانات هي التي تُحدث الفرق ترتكز التصفية التعاونية على نظام تبادل بين مستخدمي الإنترنت؛ فيمكننا التحدث عن "كلمة شفهية رقمية" ممكنة بفضل الإنترنت والأنظمة الأساسية التي تجعل أنظمة التقييم أو التعليق متاحة، وقد ساهم كبار اللاعبين عبر الإنترنت بشكل كبير في نشر هذه التقنيات، وهو أمر بسيط للغاية بالنسبة للجزء الإعلاني، فهو يتطلب ربط العميل بمنتج وبنتيجة (أو ما شابه)، والهدف من ذلك هو التنبؤ برغبة العميل في منتج لم يشتريه حتى الآن من أجل اقتراح أحد المنتجات التي من المرجح أن تلبي توقعاته.

تعتمد التصفية التعاونية على تفاعلات العملاء التي يتم إنتاجها بعدة طرق:

- المزايا: تتوفر كمية كبيرة من البيانات (حتى جميع بيانات الملاحة للعملاء، بالإضافة إلى "توصياتهم"، إبداءات الإعجاب، وما إلى ذلك).
- العيوب: هذا هو مجرد الإعلان وليس بالضرورة التحقق من الشراء.
- نمذجة لديه نفس المبدأ كما في الشكل التصريحي، ولكن يعتمد فقط على أعمال الشراء.
- المزايا: تستند العلاقات المتبادلة على الحقائق (إجراءات الشراء) وليس مجرد تفاصيل معلنة.
- العيوب: حجم البيانات المتاحة (بنسبة قليلة) منخفض نوعًا ما (في ضوء عدد الزيارات إلى موقع التجارة الإلكترونية).
- هجين، حيث يتم الجمع بين الطريقتين السابقتين (التعريفية والنموذجية)، يجعل من الممكن ربط مزايا كل طريقة مع الحد من العيوب، وتتمثل إحدى الافتراضات التي تتم عند تنفيذ عملية التصفية التعاونية في أن مستخدم الإنترنت يجب أن يتم التعرف عليه إما رسميًا (عبر الوصول إلى موقع التجارة الإلكترونية على الويب) أو بشكل غير رسمي (عبر البيانات المفتوحة: عنوان IP، معرف الجهاز (رقم تعريف الجهاز)، ملفات تعريف الارتباط، وما إلى ذلك) من أجل الوصول إلى نتائج أفضل عبر الذكاء اصطناعي والبيانات الكبيرة القادرة على بناء الملف الشخصي للعميل واقتراح المنتجات، وذلك من شأنه أن يناسب العميل بشكل أفضل.

الفصل

السابع

الخوارزميات

والذكاء الاصطناعي

Algorithms

ويشتمل هذا الفصل على النقاط التالية:

- ✓ ما هي الخوارزمية؟
- ✓ اعتماد الخوارزميات على الشبكات العصبية، ماذا يعني ذلك؟
- ✓ الذكاء الاصطناعي، تعلم الآلة، التعلم العميق) سياق واحد، مفاهيم متباينة

الفصل السابع

الخوارزميات والذكاء الاصطناعي

Algorithms

يظهر أمامنا في الآونة الأخيرة شكل جديد من الذكاء، ليس ذكاء الكائن الحي بل هو ذكاء من صنع البشر في شكل خوارزميات قادرة على حل المشاكل وأداء المهام المتنوعة، يختلف هذا الشكل الجديد من الذكاء عن أسلوبنا الخاص: فهو يدرك العالم من خلال منظور البيانات الضخمة، وله منطقه الخاص، ويبدو أنه من مكان آخر، وهذا المكان الآخر هو مراكز التطوير الرئيسة للجهات الرقمية الرئيسية: IBM، Google، Microsoft، Facebook، Uber،... الخ.

لا يمر أسبوع بدون وجود بعض الإعلانات الجديدة في هذا المجال، تشير إلى أن حل الذكاء الاصطناعي (AI) قد تجاوز مجرد ذكائنا في مجالات متنوعة مثل الألعاب الاستراتيجية (في عام 2017، فاز برنامجAlphago على أفضل في العالم للعبة الصينية GO، كه جي Ke Jie)، الوجه الاعتراف، والتشخيصات المختلفة (الطبية، وغيرها)، والنقل الذاتي (في عام 2016، اقترح Uber خدمة السيارات ذاتية القيادة)... إلخ، يبدو أنه لم يتم استبعاد أي قطاع.

يعتمد الذكاء الاصطناعي على علم الخوارزميات في أتمتة (ميكنة) المهام عن طريق الوصول إلى البيانات ذات الصلة. كما تعتمد الخوارزميات على الشبكات العصبية التي تم تصميمها من خلال عمل الخلايا العصبية في الدماغ، بحيث تكون قادرة على التعلم (تماما مثل البشر) واكتشاف العالم في النهاية منهم بأنفسهم. هذا الشكل الجديد من الذكاء هو أصلي بالكامل، ولا يبدأ من أي شيء سابق (لا "ترميز مسبق" أو "ثقافي" ثقافي أو اجتماعي). إنه أكثر من مجرد تطور تكنولوجي - نحن نتحدث عن ثورة، واحدة نحن لم يتم بعد قياس تأثير ذلك على مجتمعنا الرقمي.

ما هي الخوارزمية؟

كلمة "خوارزمية" تأتي من اسم عالم الرياضيات العظيم الفارسي في القرن التاسع "محمد بن موسى الخوارزمي"، وهي باللغة اللاتينية Algoritmi، ووفقاً لجون ماكورميك John John MacCormick، عالم الكمبيوتر من جامعة أكسفورد ومؤلف "تسعة الخوارزميات التي غيرت المستقبل"، فإن الخوارزمية ليست أكثر من "وصفة تحدد التسلسل الدقيق للخطوات المطلوبة لحل مشكلة ما"، وهذا الذي أثار مسألة خوارزمية الكمبيوتر، والتي يمكن استخدامها للتصنيف، التحديد، الانضمام، والتنبؤ،... الخ.

الخوارزميات هي مجرد كلمة أطول لكلمة "التعليمات البرمجية"، وهي التعليمات التي يكتبها مبرمج ويجمعها لإنتاج وحدة قابلة للتنفيذ، وتُعرف أيضاً باسم البرنامج. يتابع مسألة الخوارزميات العديد من المهندسين، علماء الكمبيوتر، وعلماء الرياضيات الذين يتحملون مسؤولية برمجة هذه البرامج (حتى الآن، كان يتم التفكير في الخوارزمية دائماً بواسطة كائن بشري أولاً). الذي يجعل هذه الخوارزميات فعالة للأشخاص هي البيانات الضخمة Big Data(سنتناولها فيما بعد) التي تتعامل معها وتعالجها، كما أن النتائج التي يتم الحصول عليها تكون مرتبطة بالهدف الذي يمكن الوصول إليه.

الخوارزمية: مجموعة الإجراءات المرتبة ترتيباً منطقياً والتي يتم تنفيذها للوصول إلى هدف أو ناتج مطلوب. أبسط مثال من هذا هو على الأرجح وصفة الطبخ.

هل هناك اختلاف بين الذكاء الاصطناعي والخوارزميات؟

هذا يشبه السؤال "ما الفرق بين الدماغ الواعي والحمض النووي"؟ لا يمكن أن يعمل الدماغ بدون الحمض النووي، ويمكن قول الشيء نفسه عن الذكاء الاصطناعي. لا يمكن أن أنظمة للذكاء الاصطناعي بدون الخوارزميات التي تشكل النماذج التي نستخدمها لإنشاء هذا "الذكاء".

الغرض الرئيس لأي نظام ذكاء اصطناعي هو تصنيف وجمع البيانات، ثم اتخاذ قرار بشأن تلك البيانات. لدينا مئات من الخوارزميات المختلفة للاختيار من بينها للقيام بهذه المهام منها: المربعات الصغرى الانحدار، الانحدار الخطي، مصنفات بايز نايف، الانحدار اللوجستي، آلات مكافحة ناقلات الدعم. والعديد من خوارزميات التجميع المختلفة، (Meanshift ،DBSCAN، وغيرهما). ثم هناك جميع خوارزميات الشبكة العصبية كذلك. وبناءً عليه لا يمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي العمل بدون الخوارزميات، فالخوارزميات هي تعليمات الحمض النووي، والذكاء الاصطناعي هو دمج مجموعات من التعليمات في شيء متماسك (الدماغ).

اعتماد الخوارزميات على الشبكات العصبية، ماذا يعني ذلك؟

على مدى العقد الماضي، شهدنا اعتماد التطوير في حلول الذكاء الاصطناعي على أساس الشبكات العصبية، بدأ هذا الاتجاه بتنفيذ حلول الذكاء الاصطناعي في مجالات متنوعة مثل الطب، النقل، التمويل، التجارة، التعرف على الوجه، الصوت، والصور،... وغيرها. وفي مجال التحليل الإحصائي، تحتل الشبكات العصبية مساحة متزايدة، وذلك بسبب قدرتها على التعامل مع حالات معقدة للغاية (ارتباط مئات أو حتى آلاف المتغيرات)، وقدرتها على التكيف (في عالم يتميز بالتحول الرقمي المستمر)، وسهولة استخدامها (النسبية) مما أدى الى أن أصبحت "بنية الشبكات العصبية العميقة" مفاهيم أساسية تقدم لحلول الذكاء الاصطناعي، والتي تكون مستوحاة من تنظيم الدماغ البشري.

شبكة من الخلايا العصبية العميقة هي ببساطة برنامج كمبيوتر يتكون من عشرات

الآلاف من الوظائف الرياضية المترابطة، مثل الخلايا العصبية ونقاط تشابكها. يتم تنظيم هذه الخلايا العصبية في طبقات متتالية (أكبر الشبكات لديها أكثر من 100 طبقة)، تقوم كل خلية عصبية بمعالجة المعلومات من الطبقة العليا وتنقل النتيجة إلى الطبقة السفلى (المرحلة التالية)، ويزداد تعقيد مستوى المعلومات التي يتم معالجتها كلما انتشرت المعلومات إلى الطبقات الدنيا.

القدرة على التعلم من خلال النمذجة هي واحدة من الميزات العديدة للشبكات العصبية والتي تسمح للمستخدمين بنمذجة بياناتهم، ووضع قواعد دقيقة ستوجه العلاقات بين السمات الأساسية للبيانات المختلفة. هذه التقنية تسمى التصنيف (التمييز)؛ فتصنيف مجموعة من العناصر يعني تخصيص فئة لكل مجموعة من هذه العناصر ضمن فئات متعددة (محددة سلفًا، أو غير محددة).

يُستخدم مصطلح "التصنيف" من جانب الإحصائيون في هذه المهمة، والتي تقوم بمهمة ودور المُصنف هي الخوارزمية، وعملية التصنيف لا تستخدم بالضرورة لإنتاج إجابة ثنائية (إما ينتمي أو لا ينتمي إلى فئة) ولكن يمكن تقديم معلومات عن احتمال الانتماء إلى فئة ما، مما ينتج في النهاية الربط بين المصنفات بعضها البعض والتصنيف بالانتماء.

بمجرد إنشاء هذه المعلومات، يمكن تنفيذ مهام تصنيف أكثر تعقيداً. يجمع مستخدمو الشبكات العصبية بيانات كافية ثم يدعون خوارزميات المعرفة (تحت إشراف أو بدون إشراف) والتي تقوم تلقائياً بهيكلة هذه البيانات(التصنيف)، وتتميز هذه التقنية بأن المستخدم لا يحتاج إلى أي معرفة إرشادية خاصة حول كيفية اختيار البيانات (فيما يتعلق بالنتائج المتوقعة) فعلى الشبكة العصبية الاختيار الصحيح. مستوى المعرفة التي يحتاجها المستخدم للشبكات العصبية للتطبيق بنجاح أقل بكثير من المطلوب لمعظم تقنيات وأدوات تحليل البيانات التقليدية.

الشبكات العصبية تفتح لنا آفاقا جديدة من حيث تحليل البيانات؛ بالتعامل مع الجانب المخفي من البيانات، وإعطائها معنى واستخراج القواعد والاتجاهات. وبالتدقيق

في هذه الخصائص ومجال تطبيقها الموسع، فإن الشبكات العصبية مناسبة بشكل خاص لمشاكل ملموسة في البحث العلمي والتجاري والصناعي.

وهناك عدد من المجالات التي طبقت فيها بنجاح ومنها:

- معالجة الإشارات (الإذاعة والتليفزيون).
- إدارة العمليات.
- الروبوتات.
- التصنيف والتبويب.
- معالجة البيانات.
- التعرف على الأشكال.
- تحليل الصور وتأليف الكلام.
- التشخيص والمتابعة الطبية.
- سوق الأوراق المالية والتوقعات.
- طلب للحصول على قروض أو قروض عقارية.

(الذكاء الاصطناعي، تعلم الآلة، التعلم العميق) سياق واحد، مفاهيم متباينة:

في السنوات الأخيرة ظهرت تخصصات وفروع للذكاء الاصطناعي، غالباً ما يتم الحديث عن التعلم الآلي، والتعلم العميق، وأنظمة الإحالة، ونظم التنبؤ في الشركات. فعندما هزم برنامج "ألفا جو AlphaGo" من إنتاج شركة Google Deep Mind's بطل العالم في لعبة GO بكوريا الجنوبية في أوائل عام 2016، تم استخدام الذكاء الاصطناعي، المرتبط بتعلم الآلة والتعلم العميق، في وسائل الإعلام لشرح كيف فازت Deep من Google على Lee Se-Dol.

في الواقع هذه المصطلحات الثلاثة (الذكاء الاصطناعي، تعلم الآلة، والتعلم العميق) ليست هي الشيء نفسه، سنحاول تسليط الضوء على هذه المفاهيم ومحاولة تحديد العلاقة بين المفاهيم التي تربط بينها. لكن قبل أن نتمكن حتى من تحديد المفاهيم ومدلولاتها

بشكل مفصل أريد أن أتراجع خطوة إلى الوراء وأحدد مفهوماً يقع في صميم كل من الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي: الخوارزمية.

الخوارزمية:

الخوارزمية هي سلسلة من التعليمات التي كتبها المبرمج للبرامج بغرض اتباعها للحصول على نتيجة معينة. إنها تتضمن سلسلة من الخطوات التي يجب اتباعها حرفياً. الخوارزميات هي اللبنات الأساسية للتعلم الآلي والذكاء الاصطناعي.

الذكاء الاصطناعي:

كما أسلفنا أن الذكاء الاصطناعي هو فرع من علوم الكمبيوتر يتعامل مع محاكاة السلوك الذكي في أجهزة الكمبيوتر، أو هو "قدرة الآلة على تقليد السلوك البشري الذكي". تم تصميم أنظمة الذكاء الاصطناعي للتعلم بالطريقة نفسها التي يتعلم بها الطفل. بحيث يحدد لها مجموعة من العلاقات بين عوامل متعددة (الخوارزمية) لبناء افتراضات تستند إلى تلك النتائج. وهذا ما يسمى التعلم القائم على النموذج، لا تحتاج الخوارزميات إلى فهم سبب تصحيحها وتحسينها ذاتياً، فهي مبرمجة فقط للقيام بذلك.

يمكن تحويل الذكاء الاصطناعي إلى أي شيء يتعلق ببرنامج كمبيوتر. على سبيل المثال، برنامج كمبيوتر يلعب لعبة رومي أو لعبة شطرنج، أو Facebook يتعرف على صورة صديق قبل أن يضع علامة يدوياً عليها، أو اختراعات التعرف على الصوت مثل Google Home، أو المساعدين المنزليين الذين يجيبون على الأسئلة أو الأوامر البشرية.

الذكاء الاصطناعي: كتابة التعليمات البرمجية (الخوارزمية) لبرنامج محدد باستخدام مجموعة من الإرشادات لإنجاز مهمة محددة.

التعلم الآلي Machine learning:

هو التعلم الذي يمكن الآلة أن تتعلم من تلقاء نفسها دون الحاجة إلى برمجة واضحة. أو هو تطبيق لأنظمة الذكاء الاصطناعي التي توفر للنظام القدرة على التعلم والتحسين تلقائيا من التجربة.

وبعبارة أخرى فالتعلم الآلي عبارة عن مجموعة من الخوارزميات التي تُمكن من تحديث البرنامج و"التعلم" من النتائج السابقة دون الحاجة إلى تدخل مبرمج. فهي مهمة للغاية لأنها تعني إمكانية التحسين والتطوير بمرور الوقت.

فالتعلم الآلي يقوم على استخدام مجموعة من الخوارزميات لتحليل البيانات، والتعلم منها، ثم تحديد مجموعة من الأحداث أو التنبؤ بها. بدلاً من كتابة التعليمات البرمجية لبرنامج محدد باستخدام مجموعة من الإرشادات لإنجاز مهمة، يتم تدريب الأجهزة مع مجموعة من البيانات والخوارزميات التي تمنحه القدرة على تعلم كيفية تنفيذ مهمة ما.

التعلم الآلي يعتمد على ما يُعرف باسم "الشبكات العصبية"، وهي تعتمد على عوامل معينة ذات أهمية لتحديد النتيجة المحتملة للوضع وتحتاج إلى برمجتها من قبل البشر أولاً. يجب على مبرمج الشبكة العصبية ضبط عوامل الأهمية (المعروفة باسم الأوزان) في النتيجة حتى تصل الشبكة إلى النتيجة المطلوبة من المعلومات المتوفرة لديها. وبمجرد اكتمال الشبكة العصبية، وتتفهم الآلة كيفية ضبط عوامل الأهمية من تلقاء نفسها، يمكنها تدريب نفسها لتحسين الدقة دون تدخل الإنسان. وبمجرد تدريب الجهاز، يمكنه فرز مدخلات جديدة من خلال الشبكة وإنتاج نتائج دقيقة في الوقت الحقيقي (فكر في خدمة البحث الصوتي).

تعلم الآلة هو مجموعة فرعية من الذكاء الاصطناعي. ويعد من أكثر تقنيات الذكاء الواعدة التي تأخذ كل البيانات، وتتعلم (تقوم بخوارزمية) وتتنبأ بالنتائج. الفرضية الكاملة للتعلم الآلي هي أن النظام يتم تدريبه بنفسه باستخدام الخوارزميات مع كمية كبيرة من البيانات لتنفيذ المهام، ومن ثم فالمجموعات الكبيرة من البيانات تساعد التعلم الآلي على تفوق الذكاء الاصطناعي.

واحدة من أفضل مجالات تطبيقات التعلم الآلي للسنوات القادمة هي رؤية الكمبيوتر. يتمثل الهدف الرئيس لمفهوم رؤية الكمبيوتر في تمكين الآلة من تحليل العمليات وفهم واحدة أو أكثر من الصور التي يتم التقاطها بواسطة نظام اقتناء. ويستخدم أسلوب

التصنيف عن طريق بناء المصنفات، مثل مرشحات اكتشاف الحافة، حيث يمكن للبرنامج تحديد بداية ونهاية صورة معينة، أو برنامج اكتشاف الشكل لتحديد ما إذا كان الكائن يتكون من ثمانية أضلاع، على سبيل المثال.

إذا قمنا بتوصيل عدة صور لقطط تقوم بأشياء مختلفة أو في أماكن مختلفة إلى جهاز كمبيوتر، ولكن لا تزال هناك علامات على جميع الصور كقطط، فإن الكمبيوتر سيتعلم من كل صورة تظهر، قالت كاميليا أريافار مدير التعلم الآلي في Overstock، في النهاية، سيتعرف على أن القطة هي القاسم المشترك في كل مجموعة من البيانات، مما يساعد الكمبيوتر على تعلم كيفية تحديد القطط.

كذلك من أمثلة برامج التعلم الآلي، بناء برنامج يتضمن فلاتر للتعرف على الحروف وتصنيفها أو خوارزمية لفهم الصورة، مثل التعرف على حروف "S-T-O-P" وتحديد ما إذا كانت إشارة المرور إشارة توقف. تحتوي الخوارزمية التي تحدثنا عنها على بعض الأخطاء، وخاصة في يوم ضبابي عندما لا تكون إشارة المرور مرئية بوضوح، أو تحجب الشجرة جزءاً من إشارة المرور. لم تقترب رؤية الكمبيوتر وكشف الصورة من التنافس مع البشر حتى وقت قريب. لقد كان هشاً للغاية وقد ارتكب العديد من الأخطاء، لكن هذا الموضوع تطور بشكل كبير مع برنامج التعلم العميق Deep Learning.

تستخدم العديد من الشركات التي تقدم خدمات عبر الإنترنت التعلم الآلي لبناء محركات التوصية الخاصة بها. على سبيل المثال، عندما يقرر Facebook ما يجب إظهاره في ملفك الإخباري، عندما يحدد Amazon المنتجات التي قد ترغب في شرائها، عندما يعرض Netflix أفلاماً قد ترغب في مشاهدتها. تستند جميع هذه التوصيات إلى توقعات تستند إلى أنماط في بياناتها الحالية.

التعلم الآلي: هو "بناء الخوارزمية التي تساعد على تحقيق الذكاء الاصطناعي."

وتأسيساً على ما سبق يمكن التوصل إلى أنه في حالة الذكاء الاصطناعي لا تحتاج الخوارزميات إلى فهم سبب تصحيحها وتحسينها ذاتياً، فهي مبرمجة فقط للقيام بذلك. أما

عندما يصل التعلم الآلي يتم تدريب الأجهزة مع مجموعة من البيانات والخوارزميات ومنحها القدرة على تعلم كيفية تنفيذ مهمة ما. السبب في سماعنا التعريفيين المتبادلين هو أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يوجد بدون تعلم الآلة على الرغم من أن التعلم الآلي لا يمكن أن يوجد بدون الذكاء الاصطناعي.

التعلم العميقDeep Learning :

التعليم العميق هو مجال جديد من أبحاث التعلم الآلي، والذي تم تقديمه بهدف نقل تعلم الآلة أقرب إلى أحد أهدافها الأصلية: الذكاء الاصطناعي. في الواقع، مكن التعلم العميق العديد من التطبيقات العملية للتعلم الآلي وبالتوسع في المجال الكلي لأنظمة الذكاء الاصطناعي.

يؤدي التعليم العميق إلى تقسيم المهام بطرق تجعل جميع أنواع المساعدة الآلية تبدو ممكنة، السيارات التي تعمل بدون سائق، والرعاية الصحية الوقائية الأفضل، وحتى توصيات الأفلام الأفضل، كلها موجودة اليوم أو في الأفق. أنظمة الذكاء الاصطناعي بمساعدة التعلم العميق هي الحاضر والمستقبل، قد تصل أنظمة الذكاء الاصطناعي إلى حالة الخيال العلمي التي لدينا منذ فترة طويلة.

كان أندرو نج Andrew Ng أول من استخدم التعلم العميق في Google حيث طور تطبيقاً يسمى قطط Herding. تم تطوير هذا التطبيق لالتقاط صور لجميع القطط على أشرطة فيديو يوتيوب. اعتمد أندرو نج توسيع الشبكة العصبية عن طريق زيادة عدد الطبقات والعقد، ثم مرر كمية هائلة من البيانات على الشبكة العصبية لتدريبها، ولكن في هذه الحالة، كانت البيانات عبارة عن صور مستخرجة من حوالي 10 مليون مقطع فيديو من موقع You Tube.

اليوم، أصبحت أنظمة التعرف على الصور المدربة بواسطة التعلم العميق أفضل من البشر، بدءاً بتحديد القط، تحديد علامات سرطان الدم والأورام من التصوير بالرنين المغناطيسي. استخدم Google Alpha Go جميع التقنيات السابقة لإتقان لعبة Go من

خلال تدريب البوصلة العصبية واللعب مع نفسه بشكل متكرر.

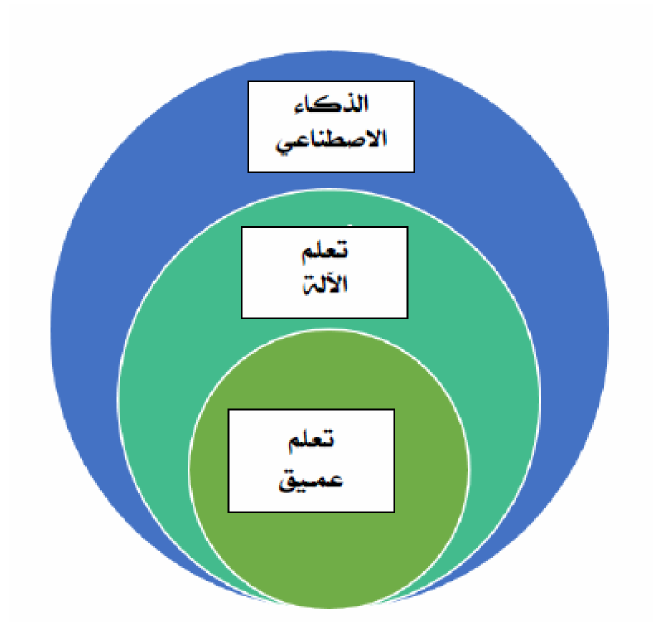
يعمل التعلم العميق مع مستوى جديد ومستقبلي من الدقة للعديد من القضايا الهامة مثل توسيع مجال القيادة التلقائية، تحسين الرعاية الصحية الوقائية، أنظمة التوصيات، والتعرف على الصوت، وغيرها. يستطيع جهاز ذو قدرات التعلم العميق فحص كميات هائلة من البيانات (شكل الفاكهة، لونها، حجمها، موسمها، أصلها، إلخ) لتحديد الفرق بين Orange، Apple.

هناك فرقان رئيسيان بين التعلم الآلي ML والتعلم العميق DL:

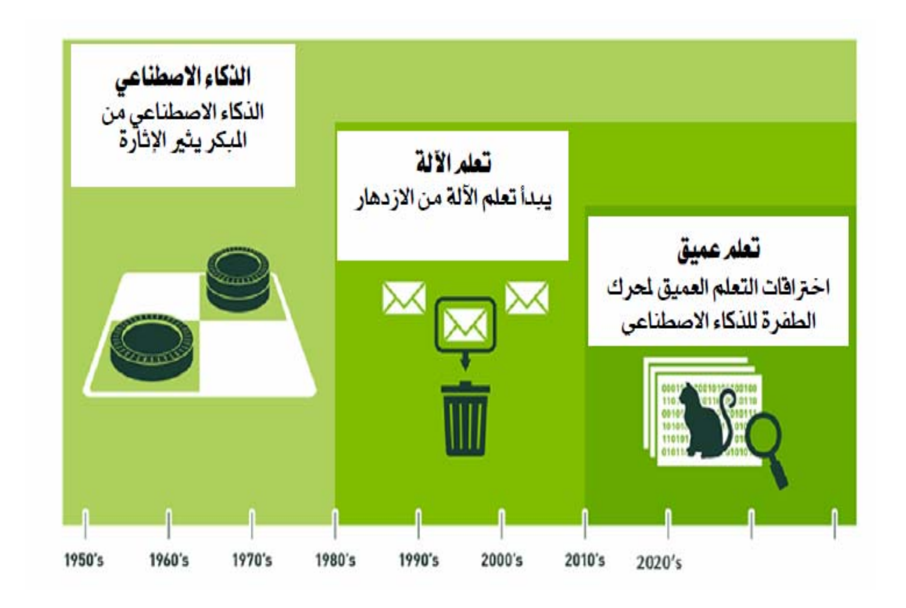
- يكتشف التعلم العميق تلقائياً الميزات المهمة للتصنيف، حيث يجب إعطاء هذه الميزات يدوياً في تعليم الآلة.
- يتطلب التعلم العميق حجماً كبيراً من البيانات للعمل بشكل جيد وبالتالي يتطلب آلات ثقيلة متطورة أكثر من التعلم الآلي.

وبطبيعة الحال، فإن الاختلافات بين الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة والتعلم العميق ليست واضحة بالشكل الكبير، هذا لأن التعلم العميق هو التطور القادم لتعلم الآلة، والتعلم الآلي هو أحد الطرق لتحقيق الذكاء الاصطناعي. لتوضيح وفهم الاختلافات بين الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي والتعلم العميق يمكننا استخدام دوائر متحدة المركز:

- الذكاء الاصطناعي: الدائرة الأكبر، هي الفكرة التي ظهرت أولاً في هذا المجال.
- التعلم الآلي: في الوسط، ازدهرت في وقت لاحق بعد الذكاء الاصطناعي.
- التعلم العميق: أصغر دائرة، هي توسع لأنظمة الذكاء الاصطناعي.



شكل يوضح العلاقـة بين الذكاء الاصطناعي
والتعلم الآلي والتعلم العميق



شكل يوضح الاختلافات بين الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي والتعلم العميق

الفصل
الثامن

البيانات الضخمة
Big Data

ويشتمل هذا الفصل على النقاط التالية:

- ✓ مفهوم البيانات الضخمة
- ✓ خصائص البيانات الضخمة
- ✓ البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي

الفصل الثامن

البيانات الضخمة Big Data

مفهوم البيانات الضخمة:

توجد ثمة علاقة طردية بين التقدم التقني في عالمنا الذي نعيشه الآن وتطور وانتشار الانترنت وبين البيانات التي يتم إنتاجها باستمرار بسرعات وأحجام وأشكال كبيرة، ومما يوضح ويؤكد هذا إنترنت الأشياء Internet of Things (IOT)[1]، والانتشار الهائل للأجهزة المتصلة بالإنترنت، فقد ارتفع عدد الأجهزة المؤهلة عبر الإنترنت بنسبة 31٪ من عام 2016 إلى 8.4 مليار في عام 2017، ويقدر الخبراء أن إنترنت الأشياء سيشمل حوالي 30 مليار قطعة بحلول عام 2020، ومن المقدر أيضاً أن تبلغ القيمة السوقية العالمية لإنترنت الأشياء 7.1 تريليون دولار بحلول عام 2020.

وقد أجبر هذا الانفجار الكمي للبيانات الرقمية كبار مشغلي الانترنت (Yahoo،

(1) إنترنت الأشياء: Internet Of Things هو مفهوم متطور لشبكة بالإنترنت بحيث تمتلك كل الأشياء في حياتنا قابلية الاتصال بالإنترنت أو ببعضها البعض لإرسال واستقبال البيانات لأداء وظائف محددة من خلال الشبكة.

Google، Amazon، Facebook، وما إلى ذلك)، والتي تعد البيانات هي "المواد الخام" لهذه الشركات، على البحث عن طرق جديدة لمعالجة وتحليل هذه البيانات الضخمة (باستخدام صناعة الكمبيوتر) مع عنصر السرعة (القدرة على تنفيذ تحليلات في الوقت الحقيقي القريب). وهكذا، ولد مفهوم البيانات الضخمة.

في نهاية المطاف، تعتبر البيانات الضخمة: مجموعة أو مجموعات من البيانات الكبيرة والمعقدة لها خصائصها الفريدة) مثل الحجم، السرعة، التنوع، التباين، صحة البيانات(، والتي لا يمكن مُعالجتها بكفاءة باستخدام أدوات معالجة البيانات التقليدية لتحقيق الاستفادة منها. وتكمن التحديات التي ترافق هذا النوع من البيانات في توفيرها، معالجتها، تخزينها، تحليلها، البحث فيها، ومشاركتها ونقلها، تصويرها، تحديثها بالإضافة إلى المحافظة على الخصوصيات التي ترافقها.

وعلى الرغم من تزايد حجم البيانات المتاحة بتنسيقات مختلفة فإن تكلفة تخزين هذه البيانات آخذة في التناقص، مما يجعل تخزين كميات كبيرة من البيانات أمراً سهلاً للغاية، ومع ذلك لا تزال مشكلة معالجة هذه البيانات (من حيث الحجم، التنسيق، والتنوع) مستمرة؛ حيث تركز البيانات الضخمة على البُعد التقني، بينما تهتم البيانات الذكية Smart Data أكثر بالبعد التحليلي، وقيمة وتكامل البيانات في عمليات صنع القرار في المؤسسات المختلفة.

ينبغي النظر إلى البيانات الضخمة على أنها مصدر بيانات جديد يجب على الشركات والمؤسسات دمجها وربطها ببياناتها الحالية، وليس كمفهوم يمكن أن يحل محل "ذكاء الأعمال" الحالي، تضيف البيانات الضخمة نفسها إلى مجموعة الحلول التي وضعتها الشركات من أجل معالجة البيانات الكبيرة واستغلالها ونشرها بهدف مساعدتها في اتخاذ قرارات مستنيرة، سواء لأغراض استراتيجية أو تشغيلية.

خصائص البيانات الضخمة:

يتم تعريف البيانات الضخمة بشكل رئيس بخصائص (عناصر) أربعة: الحجم، التنوع، السرعة، الصدق بالإضافة إلى القيمة المرتبطة بالبيانات، تشير جوانب الحجم والسرعة إلى عملية إنشاء البيانات (كيفية التقاط البيانات وتخزينها)، بينما تتعامل الصدق والقيمة مع جودة فائدة من البيانات.

1- الحجم :Volume

هو حجم البيانات المستخرجة من مصدر ما، وهو ما يحدد قيمة وحجم البيانات لكي تُصنف ضمن البيانات الضخمة، وبحلول عام 2020 سيحتوي الفضاء الإلكتروني على ما يقرب من 40.000 ميتابايت من البيانات الجاهزة للتحليل واستخلاص المعلومات.

في عام 2014، كان هناك حوالي 3 مليارات مستخدم للإنترنت متصلا عبر أكثر من 6 مليارات جهاز (الخوادم، أجهزة الكمبيوتر الشخصية، الأجهزة اللوحية، والهواتف الذكية)، ومع ظهور الأجهزة الأخرى في حياتنا اليومية التي يتم توصيلها بالإنترنت مثل (أجهزة التلفزيون، الأجهزة المنزلية، كاميرات المراقبة، وما إلى ذلك) سيكون لدينا عشرات المليارات من هذه الأجهزة (حوالي 50 مليار جهاز) والتي يمكن أن تولد أكثر من (40،000 مليار بايت) من البيانات في السنة.

البيانات الضخمة المولدة عبر مليارات الأجهزة قد يكون بعضها ذا قيمة وصلة بالنسبة لشركة ما، والبعض الآخر أقل أهمية، ولكن لكي تتمكن من تحديد ذلك، من الضروري أن تكون قادراً على قراءتها، فرزها، تنظيمها، تحليلها ثم الانتقال نحو التخزين.

2 - التنوع :Variety

يُقصد به تنوع البيانات المستخرجة، والتي تساعد المستخدمين سواء كانوا باحثين أو مُحللين على اختيار البيانات المناسبة لمجال بحثهم، وتتضمن بيانات مُهيكلة (Structured Data) في قواعد بيانات، وبيانات غير مُهيكلة (Un Structured Data)

مثل: الصور، مقاطع وتسجيلات الصوت، الفيديو، الرسائل القصيرة، سجلات المكالمات، وبيانات الخرائط (GPS)، وتتطلب وقتاً وجهداً لتهيئتها في شكل مناسب للتجهيز والتحليل.

3 -السرعةVelocity :

يُقصد بها سرعة إنتاج واستخراج البيانات لتغطية الطلب عليها حيث تعتبر السرعة عنصراً حاسماً في اتخاذ القرار بناء على هذه البيانات، وهو الوقت الذي نستغرقه من لحظة وصول هذه البيانات إلى لحظة الخروج بالقرار بناءً عليها.

4-الموثوقية والصحة :Veracity

ما هي موثوقية مصدر البيانات، ومدى دقتها وصحتها وحداثة تلك البيانات، حيث أن هناك مدير تنفيذي من بين كل ثلاثة مدراء لا يثقون في البيانات التي تعرض عليه لاتخاذ القرار، كما أن هناك دراسات تقدر أن حجم ضرر البيانات الغير جيدة على الاقتصاد الامريكي يقدر3.1 ترليون دولار سنويا.

5 - القيمة :Value

ما هي القيمة التي يمكن الحصول عليها من البيانات الضخمة؟ هذا هو جوهر الموضوع، ما ينطبق على البيانات الضخمة ينطبق على جميع البيانات، يمكننا أن نقول: أن البيانات بدون قيمة (التي لا يتم استغلالها) أقل تكلفة (معالجتها، التخزين، إلخ) من البيانات التي يتم استغلالها وبالتالي، فإن قيمة البيانات تكمن في استخدامها.

تدرك الشركات تماماً أنها بعيدة كل البعد عن استغلال جميع البيانات المتاحة لها، وذلك بسبب أنها تركز بشكل أساسي على البيانات عالية التنظيم من أنظمة المعاملات. لكن في ظل العولمة بالإضافة إلى التضخم في رقمنة عالمنا الذي نعيش فيه أدى إلى زيادة الوعي، وأصبحت المنافسة أكثر صرامة، والفرص أكبر والقدرة على "المعرفة" قبل التصرف هي ميزة حقيقية.

البيانات الضخمة يجب أن يُنظر إليها على أنها مصدر إضافي للمعلومات (منظم وغير منظم) من شأنها إثراء عمليات صنع القرار في الشركات والمؤسسات (التقنية والبشرية)، حيث تبدأ بتحويل البيانات الضخمة إلى بيانات ذكية.

البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي:

تعد كمية البيانات التي يتم إنشاؤها كل عام ضخمة وتستمر في النمو بشكل كبير من حوالي 150 Exabytes إلى ما يقرب من 1200 Exabytes خلال خمس سنوات، نقوم بإنشاء 2.5 تريليون بايت من البيانات كل يوم، يقوم مستخدمو Twitter بتوليد أكثر من 500 مليون تغريدة كل يوم، ويتم تحميل كمية مماثلة من الصور على Facebook، في عام 2016 يتميز الرسم البياني على Facebook والذي يعكس علاقة الصداقة بين مستخدميه بأكثر من مليار عقدة وأكثر من مئات مليارات الصداقات، ويبلغ حجم شبكة الويب العالمية المفهرسة (المقدرة عبر حجم مؤشر Google) أكثر من 45 مليار صفحة ويب، وتقوم Google وحدها بإجراء عدة مليارات من عمليات البحث عليها يومياً.

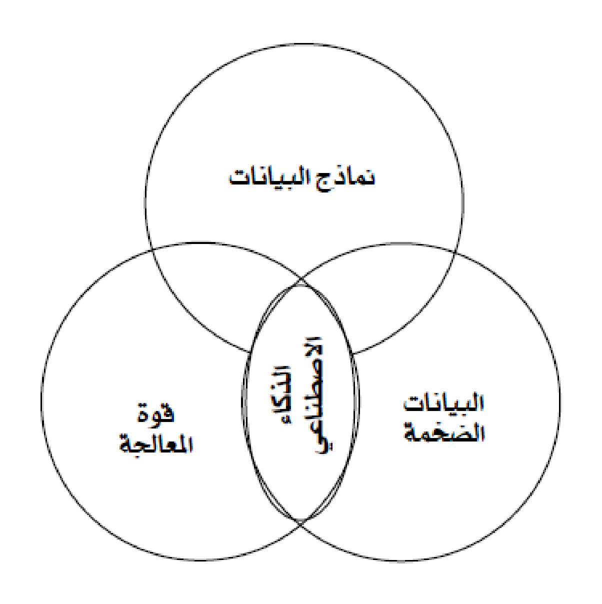
بالإضافة إلى القفزة الكبيرة في ظهور المعالجات المتوازية على نطاق واسع، ولا سيما المعالجات الرسومية GPU، وهي وحدات معالجة متوازية ضخمة تضم الآلاف من النوى، مقابل العشرات في وحدة المعالجة المركزية CPU. وقد سارع هذا إلى حد كبير خوارزميات أنظمة الذكاء الاصطناعي القائمة وجعلها الآن قابلة للحياة.

البيانات الضخمة موجودة في كل مكان تقريباً، ومن المهم جداً الحفاظ على البيانات التي يتم توليدها بكمية هائلة، لذا لا يجب تفويت أي شيء. من الصعب للغاية تخزين هذا الكم الهائل من البيانات التي تولدها أي شركة. تقنيات الحوسبة التقليدية غير قادرة على التعامل مع مجموعات البيانات الكبيرة هذه. غالباً ما يستخدم الذكاء الاصطناعي لمعالجة هذا النوع من البيانات. أساساً، الذكاء الاصطناعي وعلومه الفرعية (على سبيل المثال آلة الميل، التعلم العميق، الشبكات المحايدة،...)، كلها خوارزميات تستخدم هذه الكميات الهائلة من البيانات (البيانات الضخمة) لتحقيق النتائج المرجوة وإيجاد الاتجاهات

والأنماط والتنبؤات، حيث يتم تنفيذ المهام التحليلية المعقدة بشكل أسرع من الخيال البشري على البيانات الضخمة بمساعدة أنظمة الذكاء الاصطناعي.

في العالم الحقيقي، تمتلك البيانات بعض الخصائص غير المرغوب فيها منها: حجمها الضخم بالشكل الذي لا يمكن تصوره، ليست منظمة تنظيماً جيداً أو منسقة بشكل جيد، أنها تتغير باستمرار بسرعات كبيرة، وغيرها، تقنية الذكاء الاصطناعي أحد الطرق الهامة لتنظيم المعرفة واستخدامها بكفاءة بحيث تكون هذه البيانات مفهومة من قبل الأشخاص الذين يقدمونها، وأن تكون قابلة للتعديل بسهولة لتصحيح الأخطاء، كما يجب أن تكون مفيدة في العديد من الحالات.

فالبيانات الضخمة هي العامل الرئيس والمدخلات الأولية التي تحتاج إلى تنظيف وهيكلة متكاملة قبل أن تصبح مفيدة، والتي يتم تنظيفها وإزالة البيانات المكررة وغير الضرورية منها باستخدام ماكينة (آلة) الذكاء الاصطناعي



العلاقة بين البيانات الضخمة والمعالجات والذكاء الاصطناعي

العلاقة التي شُكلت بين الذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة علاقة تبادلية طردية، لا يوجد ذكاء اصطناعي بدون بيانات كبيرة، لأن الذكاء الاصطناعي يحتاج إلى بيانات لبناء ذكائه ولإطعام هذه المعالجات، وكلما زادت مدخلات أنظمة الذكاء الاصطناعي (بيانات الضخمة)، زادت دقة النتائج التي يمكن أن يحققها.

في الماضي، لم يتم تطوير أنظمة الذكاء الاصطناعي بشكل جيد بسبب المعالجات البطيئة، ومجموعات البيانات الصغيرة، لم يكن هناك أجهزة استشعار مثل اليوم، حيث يمكن أن تحتوي السيارة على عشرات من أجهزة الاستشعار المدمجة فيها. ولم تكن هناك بيانات كبيرة كما في الوقت الحالي لأن الإنترنت لم تكن متوفرة على نطاق واسع.

لماذا تعمل البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي معاً بشكل جيد؟

تواجه حلول "ذكاء الأعمال"[1] التقليدية (تلك التي كانت قائمة منذ بدايات عام 2000) صعوبة كبيرة في دمج البيانات الضخمة، والتي تستمر في ملء عالمنا الرقمي كل يوم بشكل كبير. وقد أدى هذا الوضع إلى قيام العديد من الشركات بتحويل البيانات الضخمة إلى "بيانات غامضة" (بيانات ضعيفة أو غير مرئية، يتم تجاهلها في العمليات التحليلية والتي يتم التحدث عنها بشكل فضفاض ولكنها لا ترى في الواقع ضوء النهار)، الأسباب الرئيسية لهذا:

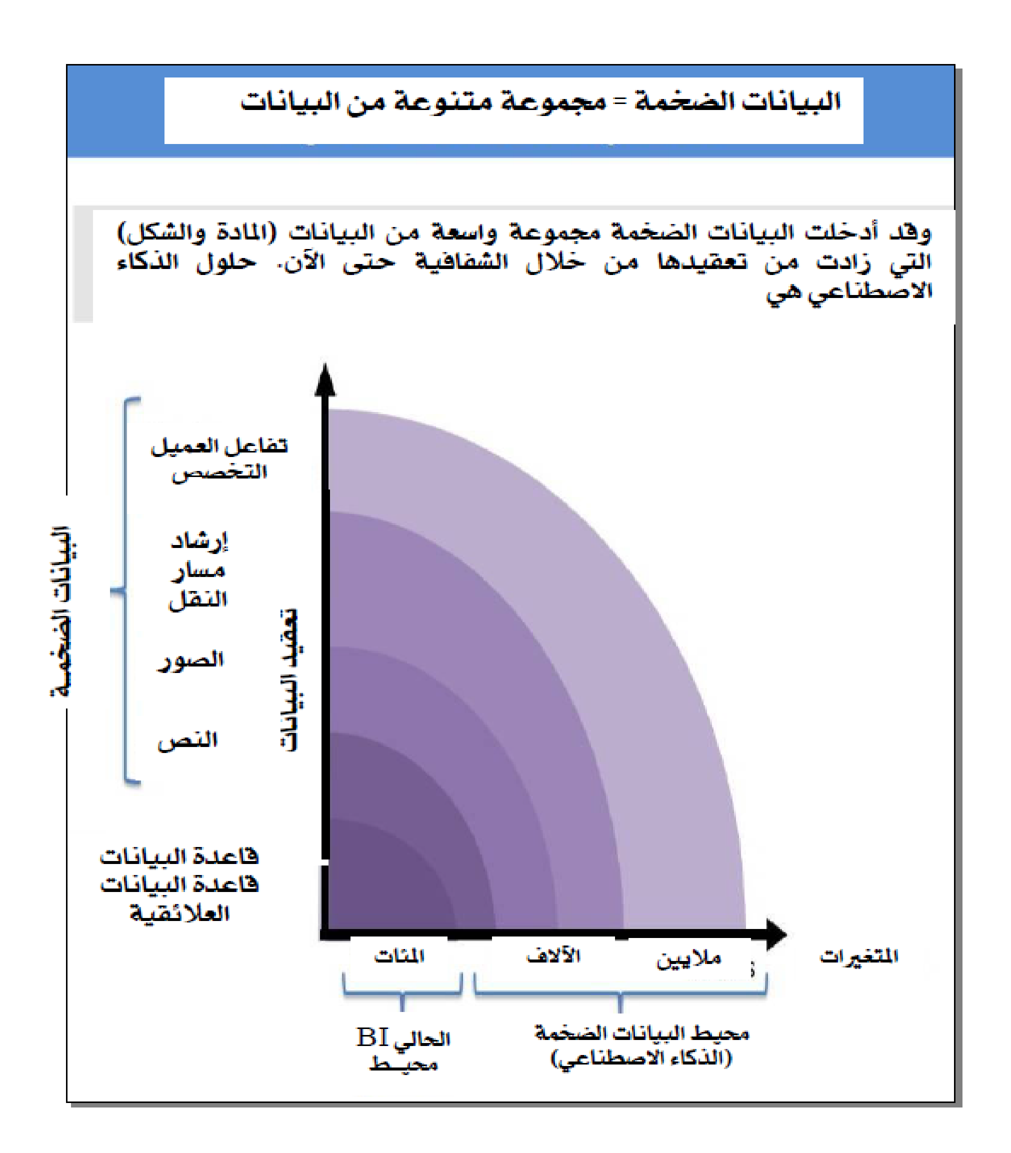
- نقص وقصور في البيانات المنظمة (الصور والأصوات والمدونات والنصوص، إلخ.)، والتي يصعب دمجها في حلول ذكاء الأعمال القائمة.
- تخزين البيانات في ملفات وقواعد بيانات متعددة وغير مترابطة مع بعضها البعض.

(1) ذكاء الأعمال: عبارة عن نظريات ومنهجيه وعمليات وخصائص وتقنيات تقوم على تحويل البيانات الأولية إلى معلومات مفيدة ذات معنى لأغراض الأعمال. له القدرة على التعامل مع أعداد هائلة من المعلومات لمساعدة المؤسسات في تحديد وتطوير الفرص التجارية الجديدة، والاستفادة منها.

- تقليدية العمليات التحليلية، والتي تم انسدادها بكميات كبيرة (الحجم والتنوع) من المتغيرات لتتكون مترابطة مع بعضها البعض.
- مؤقتية التحليل والقرار والعمل.

بالإضافة إلى أن حلول "ذكاء الأعمال" التقليدية ليست متصلة بشكل جيد بعالم المتغيرات، مما يؤدي إلى عدم وجود استجابة والتكيف مع التغيير. كما أن القيود التي تفرضها حلول "ذكاء الأعمال" التقليدية لا تسمح لنا أو تسمح بالكاد باستغلال EL Dorado الاتجاهات والمذاهب الجديدة من البيانات الضخمة.

الذكاء الاصطناعي ينقل التركيز والاهتمام على عمليات تنفيذ واتخاذ القرار، وكذلك الإجراءات الآلية والتعلم الذاتي، في إطار زمني لا يتجاوز بضعة أجزاء من الألف من الثانية. إن زيادة عدد الأجهزة المتصلة التي تدعمها رقمنة عالمنا الذي نعيش فيه الآن لن يؤدي إلا إلى زيادة حجم المعلومات المتاحة (في كل ثانية، ننتج 6000 تغريدة 40.000 بحث في Google، 2 مليون بريد إلكتروني)، بحلول عام 2019 حجم البيانات المتاحة سوف يتجاوز 4.4 زيتابايت (4.4 تريليون جيجابايت) سنوياً. ومن هنا يبدو التقارب بين البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي والذي سيجعل من الممكن استخراج المعلومات القيمة من هذه البيانات الهائلة والمتزايدة بسرعة متناهية. الشركات الكبيرة بدأوا بالفعل هذا التقارب.



البيانات الضخمة وتنوع البيانات

الفصل

التاسـع

البيانات الذكية

والذكاء الاصطناعي

Smart Data

الفصل التاسع

البيانات الذكية والذكاء الاصطناعي

Smart Data

البيانات الضخمة -كما أسلفنا- تدل على أن البيانات المشار إليها في الواقع ضخمة، بيد أن كل شيء كبير ليس شرطاً أن يكون ذو قيمة فقد يكون الكثير منها مجرد "ضجيج"، أي معلومات أو بيانات وصفية ذات قيمة فعلية منخفضة أو معدومة للمشروع. تهدف البيانات الذكية smart data إلى تصفية الضوضاء وإنتاج البيانات القيمة، ومن ثم يمكن استخدامها بشكل فعال من قبل الشركات والحكومات من أجل التخطيط والتشغيل والمراقبة والتحكم واتخاذ القرار الذكي.

فعلى الرغم من أنه يمكن جمع كمية كبيرة من البيانات الحسية بشكل غير مسبوق خاصة مع تقدم أنظمة Cyber Physical Social (CPS) مؤخراً، فإن المفتاح هو استكشاف كيف يمكن للبيانات الضخمة أن تصبح بيانات ذكية وتقدم معلومات مفيدة. فباتت عملية نمذجة البيانات الضخمة، والتحليلات المتقدمة لاكتشاف الهيكل الأساسي من البيانات المسترجعة من الأهمية بمكان من أجل الحصول على البيانات الذكية.

وهنا تكمن أكبر قضية تواجهها العديد من الشركات: الكم مقابل الجودة، يجب

تحليـل البيانـات وتقييمهـا بدقـة مـن أجـل صـحتها ووظائفهـا. إن جمـع البيانـات الضـخمة واستخدامها لا يكون ذا مغـزى إلا عنـدما يُسـتخدم لميكنـة الحلـول وحـل المشـكلات بشـكل أوتوماتيكي تلقائي، فأصبحت الحاجة إلى تحويل التركيز مـن مجـرد جمـع كميـات هائلـة مـن جميـع البيانـات الممكنـة إلى التركيـز عـلى البيانـات الذكيـة، أي التركيـز عـلى بيانـات قيمـة، ومجموعات البيانات التي يمكن تحويلها في كثير من الأحيان إلى بيانـات قابلـة للتنفيـذ، ومـن ثم الحصول على نتائج فعالة لمعالجة تحديات العملاء والأعمال.

على الجاني الآخر في ظل العولمـة التـي يشـهدها الـعصر الحـالي، بالإضـافة إلى للانتشـار الواسع لشبكة الإنترنت، ورقمنة المعاملات (مواقع التجارة الإلكترونية، وما إلى ذلك) أدي كـل هذا إلى تغيير المشـهد مـن حيـث صـنع القـرار، ودورات اتخـاذ الإجـراءات، وأصـبح التكامـل والتدفق بين هذين العالمين: عالم المعاملات (الأنشطة التنفيذية) وعالم صنع القـرار (الأنشـطة التحليلية) أمراً أساسياً، كل هذا يحتم التحول إلى البيانات الذكية.

البيانات الذكية تشير إلى الطريقة التي يتم بها التوفيـق بـين مصـادر البيانـات المختلفـة (بما في ذلك البيانات الضخمة)، وربطها، تحليلها، وما إلى ذلك، من أجل إطعام عمليات صـنع القرار، اتخاذ الإجراءات المناسبة، وتوفير الوقت الفعلي لمجموعة متنوعة مـن نتـائج الأعـمال، سواء كان ذلك في التطبيقات الصناعية أو التسويق المستند إلى البيانات،... الخ. يرتبط التركيـز المتزايد على البيانات الذكية بدلاً من البيانات الضـخمة ارتباطـاً وثيقـاً باقتصـاد الخوارزميـات القادم.

يستخدم الذكاء الاصطناعي بشكل متزايد في تطبيقات الأعـمال والتعامـل مـع البيانـات الضخمة وإنترنت الأشياء، كما أن معظم هذه البيانات الغير منظمة (غـير مهيكلـة) ولا يمكـن تحويلها إلا من خلال الذكاء الاصطناعي إلى بيانات ذكية وبيانات قابلة للتنفيذ.

الفصل
العاشـر

مستقبل
الذكاء الاصطناعي

ويشتمل هذا الفصل على النقاط التالية:

- ✓ أولا: المفاهيم الخاطئة مقابل الواقع الفعلي للذكاء الاصطناعي
- ✓ ثانيًا: المخاطر والتحديات التي تقف وراء التقنيات المعرفية
- ✓ ثالثاً: رؤية مايكروسوفت في الذكاء الاصطناعي
- ✓ رابعاً: المضي قدما نحو الذكاء الاصطناعي

الفصل العاشر

مستقبل الذكاء الاصطناعي

قامت مايكروسوفت بعمل رائع في تلخيص جميع الفروق الدقيقة للشبكة العصبية العميقة والخوارزميات المعقدة من خلال الكشف عن واجهات برمجة التطبيقات سهلة الاستخدام، إذا ما هو التالي؟ إلى أين يجب أن تذهب من هنا؟

لا شك أن هناك بعض الأسئلة حول كيفية استخدام API (واجهة برمجة التطبيقات) ومتى يتم حلها؟ ما الذي يحدث بعد ذلك؟ هل الذكاء الاصطناعي هو كل ما يتعلق باستهلاك الخدمات المعرفية بطريقة مريحة؟ هل هناك مستقبل يمكن فيه دمج كل هذه التطبيقات المعرفية مع الأجهزة وجعلها أكثر ذكاءً؟ ماذا عن الوظائف؟ ربما سمعت أن الذكاء الاصطناعي سيأخذ X٪ من جميع الوظائف في السنوات القليلة القادمة، ما هي التحديات القائمة في مجال الحوسبة الإدراكية؟

حتى نستطيع الإجابة عن هذه التساؤلات سوف نتناول في هذا الجزء بعض المحاور:

- المفاهيم الخاطئة مقابل الواقع الفعلي للذكاء الاصطناعي.
- المخاطر والتحديات التي تقف وراء التقنيات المعرفية.
- رؤية مايكروسوفت في الذكاء الاصطناعي.
- المضي قدما نحو الذكاء الاصطناعي.

أولا: المفاهيم الخاطئة مقابل الواقع الفعلي للذكاء الاصطناعي:

إن الذكاء الاصطناعي لا شك أنـه أمـر مثـير للإزعـاج، لكـن قبـل أن نحـاول حـل بعـض الاعتقادات الخاطئة والتحديات ونناقش المستقبل، مـن المهـم أن نفهـم لمـاذا كانـت منظمـة العفو الدولية تحظى بشعبية كبيرة، حيث يرجع ذلك أساسا إلى الأسباب التالية:

- تحسين قوة الحوسبة.
- تحسين خوارزميات الذكاء الاصطناعى.
- البيانات الكبيرة.
- الإنترنت والحوسبة السحابية.

تحسين قوة الحوسبة:

كان الارتفاع الهائل في قوة الحوسبة أحد العوامل الحاسمة لشعبية الـذكاء الاصـطناعي، قد يساعد تحسين قوة الحوسبة في معالجة كمية كبيرة من البيانات بسرعة.

إن ظهور وحدات معالجـة الرسـومات (GPU) وTPUs وFPGA أننـا تجاوزنـا مرحلـة قانون مور، بالإضافة إلى طاقة المعالجة هذه، ستنخفض تكلفة التخزين بحلـول عـام 2020 أو قبل ذلك، حيث من المقدر أن تبلغ تكلفة التخزين بسعة 1 غيغابايت أقل مـن 0.001 دولار، بالإضافة إلى أن تكاليف التخزين تقل يومًا بعد يوم، هناك العديـد مـن الابتكـارات في مجـال الشرائح، مما يوفر المزيد من الطاقة المعالجـة بتكلفـة منخفضـة، وهنـاك أيضـا ابتكـار هائـل يحدث في مجال تصميم رقاقة جديدة.

لقد تغير ظهور رقاقة العصـبية بشـكل كبـير مـن قـوة المعالجـة، ثـم إن رقـائق المـورفي العصبية لا توفر فقط سرعة أسرع مليون مرة ولكن أيضا توفير استهلاك الطاقة.

تحسين خوارزميات الذكاء الاصطناعي:

كان العقد الماضي استثنائياً من حيث الابتكارات في خوارزميات الذكاء الاصطناعي.

إن الابتكار الرئيسي في مجال التعلم الآلي، وخاصة في مجالات الـتعلم العميـق، والـتعلم الضحل، والشبكات العصبية، قد حل بالفعل بعض القضايا المعقـدة. عـلى سـبيل المثـال، مـن

خلال استخدام التعلم العميق، قد شهد معدل الخطأ في الكلمات انخفاضًا بأكثر من 25٪.

كان أحد التغييرات التي حدثت خلال العقد الماضي في الذكاء الاصطناعي هو جعل الآلات تتعلم بناءً على البيانات التاريخية بدلاً من البرمجة، جلب هذا النهج الأساسي الكثير من المزايا والثورات في الذكاء الاصطناعي، وبسبب الاختراعات الحديثة في مجال خوارزميات الذكاء الاصطناعي، فإننا نتحرك في عالم واجهة المستخدم الخاصة بالمحادثة، كما يمثل ظهور المساعدين الشخصيين مثل Siri وCortana وجوجل Now بعض الاختراعات الفرعية في خوارزميات الذكاء الاصطناعي.

لقد رأينا الحقبة التي هزمت فيها الأجهزة التي تقودها منظمة العفو الدولية بعض أبطال اللعبة، من الشطرنج إلى الذهاب. في الآونة الأخيرة، هزمت libratus، التي صممها فريق في كارنيجي ميلون، أبطال البوكر البشريين، لعبة البوكر، كما تعلم، تتطلب الاحتفاظ ببعض المعلومات مخفية حتى وقت معين، ومن الصعب للغاية إنشاء نموذج للتعامل مع مثل هذه المواقف.

البيانات الكبيرة:

مع وجود أجهزة جديدة كل يوم، يجب استخدام هذه البيانات مع قوة خوارزميات الذكاء الاصطناعي ومعالجة الطاقة بشكل صحيح للقيام بمجموعة متنوعة من الأشياء، يوضح الشكل التالي بعض الأجهزة التي يمكنها إصدار البيانات.

كما يوضح الشكل بعض الأجهزة التي يمكن جمع البيانات واستخدامها لحل مشكلة الأعمال المعقدة، وقد ساعد نهوض إنترنت الأشياء (IoT) والبيانات الضخمة كثيرًا في مجال خوارزميات الذكاء الاصطناعي أيضًا.

في الواقع، عندما لم تكن هناك بيانات كافية تم توليدها، اعتادت الفطرة البشرية على أداء المهام. في السنوات الأخيرة، شهدنا تحسنا في مختلف المجالات، خاصة حيث لدينا الكثير من البيانات في أشكال النصوص والصور والكلام، وباستخدام التعلم العميق، قام باحثو الذكاء الاصطناعي باستبدال الغريزة البشرية بهذه البيانات لتحقيق المزيد من الدقة.



حتى الآن، عندما لا يحتـوي النطـاق عـلى الكثـير مـن البيانـات، لا يـزال يـتم اسـتخدام الغريزة البشرية، وقد يعتقد البعض أن مستقبل المعرفية قد يحل محل الدماغ البشري.

هناك بعض المشاريع، مثل مشروع Nengo، الـذي يحـاول خلـق ومحاكـاة العقـل عـن طريق الدمج بين النظام العصبي الواسع النطاق ولكن معظم أبحاث الذكاء الاصطناعي تميـل نحو إنشاء نظام يمكنه تحليل البيانات ومعالجتها العقل البشري لا يستطيع، فإذا نظرت حقـاً إلى بعض منصـات الـذكاء الاصـطناعي الناشـئة مثـل واتسـون، يمكنـك ملاحظـة أنهـا قـد تـم تطويرها فعلاً لجعل النظام يتعامل مع كميات هائلة من البيانات التي يتم توليدها.

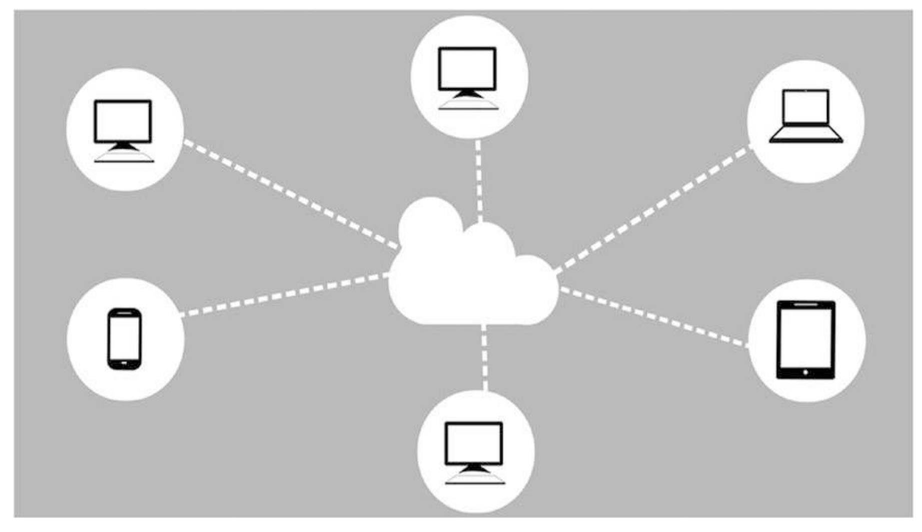
كان معظم الأبحاث حول إنشاء خوارزميـات وأنظمـة ورقـائق جديـدة لمعالجـة هـذه الكمية الهائلـة مـن البيانـات، هـذه البيانـات يمكـن أن تعطـي رؤى جديـدة وحـل المشـاكل المعقدة، فكر في بيانات الرعاية الصحية، إذا كنا قادرين على تحليل 1 مليـون غيغابايـت مـن البيانـات الصـحية للشـخص الواحـد، فمـن المحتمـل أن نكـون قـادرين عـلى الحصـول عـلى

رؤى لجعل الشخص يتمتع بصحة جيدة طوال الوقت، من المؤكد أن البيانات أصبحت ذات قيمة مثل النفط والعملة الجديدة للمؤسسة، ستكون المنظمة التي لديها بيانات والقدرة على توليد رؤى رائدة في المستقبل، الآن أنت تعرف لماذا جلبت شركة مثل جوجل شركات مثل يوتيوب (البيانات في شكل أشرطة الفيديو).

الآن ربما تعرف لماذا اكتسب Facebook What's App، ووفقًا لمقاييس اكتساب الشركات في السنوات الخمس الأخيرة، فإن معظم الشركات التي تم الحصول عليها تتعلق بالإدراك الذكوري أو الذكاء الاصطناعي، أو الشركات التي لديها بيانات والقدرة على توليد الأفكار.

الحوسبة السحابية:

صعود الإنترنت والحوسبة السحابية هو الركيزة الرابعة لظهور الذكاء الاصطناعي، وبمجرد حصولنا على منتج، فإنه يحتاج إلى الوصول إلى الجماهير المشتركة، ويجب أن يكون متاحًا في كل مكان وتقريبًا على كل جهاز، أصبح هذا حقيقة مع صعود الإنترنت والحوسبة السحابية، لا تضمن الحوسبة السحابية الوصول إلى الجماهير المشتركة فحسب،



مخطط بسيط لاستخدام الحوسبة السحابية للتفاعل مع الأجهزة.

بل توفر أيضًا فرصة فريدة لمعالجة الحساب المعقد بطريقة مجردة، خذ حالة مايكروسوفت المعرفي API، الآلاف والآلاف من خوادم مايكروسوفت السحابية وراء معالجة كل من طلبات البحث الخاصة بك إلى واجهة برمجة التطبيقات المعرّفة، يوضح الشكل التالي أن الحوسبة السحابية تساعد المنتجات للوصول إلى كل جهاز.

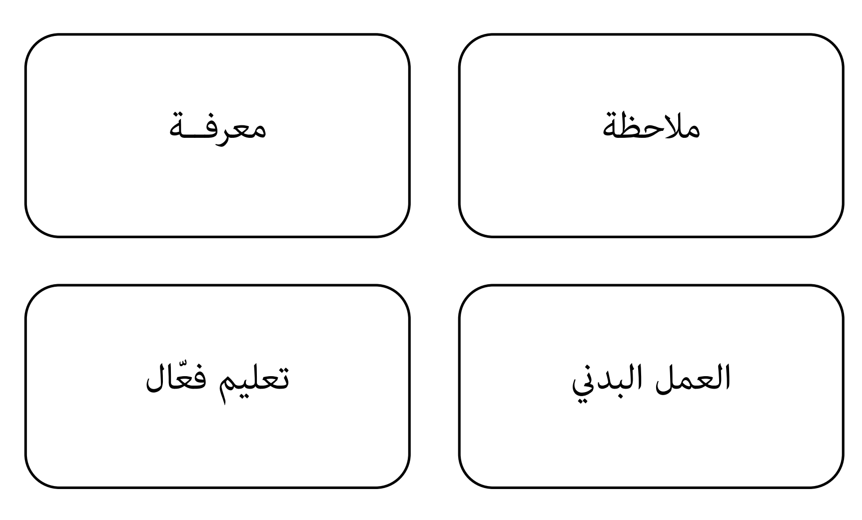
الخدمات مقابل الحلول؟

لقد كان الفضاء المعرفي في مايكروسوفت ينمو بوتيرة ثابتة، فلقد بدأ أول ما بدأ بأربعة من واجهات برمجة التطبيقات المعرفية إلى 29 في عام واحد.

لدى مايكروسوفت كشركة مجموعات من عروض المنتجات، ولديهم أيضا مجموعة من القدرات القائمة على السحابة، قد تتساءل لماذا قامت مايكروسوفت بإنشاء هذه الخدمات بدلاً من إنشاء حلول ومنتجات محددة، الجواب ليس مشكلة كبيرة، خلال السنوات القليلة الماضية، كانت إستراتيجية مايكروسوفت هي إنشاء منصة والتركيز عليها بدلاً من إنشاء الأنظمة، يمكن في النهاية استخدام هذه المنصات والخدمات من قبل الآخرين لحل مشكلات خاصة بالنطاق، الهدف من المنصة هو الارتقاء من خلال خلق المزيد والمزيد من العروض في الفضاء المعرفي على مدى فترة من الزمن وإعطاء تجربة غامرة لاستهلاكها للمستخدمين النهائيين، يجب ألا تفاجأ إذا زادت قائمة المعرفي من API إلى أكثر من 50 في أقل من عام.

ثانيًا: المخاطر والتحديات التي تقف وراء التقنيات المعرفية:

دعنا الآن نحاول فهم بعض التحديات في الفضاء المعرفي، هذه التحديات لا تتحدث فقط عن القيود السائدة القائمة ولكن تعطي توجيهات للبحث على كل من المجالات المعرفية، يوضح الشكل التالي التصنيف العام لواجهة برمجة التطبيقات المعرفية، فيمكن تصنيف جميع واجهات برمجة التطبيقات التي تم إصدارها بواسطة مايكروسوفت تقريبًا إلى إحدى هذه المجموعات.



فئات مختلفة من واجهات برمجة التطبيقات المعرفية

فالإدراك هو عملية تمثيل جهاز المعلومات واستخدام هـذا التمثيـل في التفكـير تلقائيًـا، فتعتبر المراقبة فئة لتقليد السلوك البشري، مثل التفاعل مع الكـلام أو الـنص أو الرؤيـة مـثلما يفعل البشر، والتعلم النشط هـو عمليـة تحسـين تلقائيـا عـلى مـدى فـترة مـن الـزمن، مثـال كلاسيكية للتعلم النشط هو أن فهم لغة مايكروسوفت خدمة ذكية (LUIS)، يتطلب العمـل الجسدي الجمع بين هذه الأجهزة الثلاثة واستخدامها للتفاعل بذكاء.

وفيما يلي عرض لبعض التحديات التي تقف وراء التقنيات المعرفية:

التحديات ومستقبل NLU (معالجة وفهم اللغة الطبيعية):

يمكن استخدام معالجـة اللغـة الطبيعيـة وفهمهـا في مجموعـة متنوعـة مـن السيناريوهات، مثل استخراج، وسحب، وتحليل السياق والقصد من الجملة، هناك عدد كبير من السيناريوهات مثل الطبـي أو الأكـاديمي أو القـانوني حيـث يوجـد الكثـير مـن المحتوى النصي الذي يتم توليده كل يوم، ويمكن أن تـأتي هـذه البيانـات مـن البحـوث، والقضايا القانونية، والتشخيص الطبي، على سبيل المثـال لا الـحصر. يمكـن أن يسـاعدك

محرك فهم اللغة الطبيعية على التعامل مع النص ولكن إحـدى القضـايا الأساسـية هـي فهـم السياق الصحيح.

يمكنك دائمًا فهم بناء الجملة (قواعد اللغة) والدلالات (المعنى) ولكن وجود فهم عميق للبراغماتية (السياق) يمثل تحديًا حقيقيًا، إذا كنت على دراية بمحركات NLU، فأنـت تعـرف أن هناك قدرا كبيرا جدا من الجهد تم استثماره في تدريب هذه المحركات لفهم السـياق الصـحيح، هل هناك مستقبل حيث يمكن فهم الأشياء السياقية من خلال الخوارزميات؟

هناك بحوث مختلفة في هذا المجال، يبدو أن بعض شركات الذكاء الاصطناعي مثل Pat. الذكاء الاصطناعي لديها اعـتراف واعـد لأنهـا تركـز عـلى معـاني المفـردات بـدلاً مـن التحليـل الإحصائي، في المستقبل، يمكنك توقع العديد من الأجهزة المتصلة بالإنترنـت وغيرهـا باسـتخدام NLU لفهم السياق ثم التكامل مع مكونات مثل الكلام والبحث لتوفير تجربة أكثر غامرة.

التحديات ومستقبل الكلام:

إن أكثر شئ إثارة للاهتمام هو الأشياء التي تأتي عن التفاعل الطبيعي مع الكـلام، هنـاك مناطق يمكن فيها رؤية التفاعل الطبيعي مع الكلام الآن خاصة حـول السـيارات والمسـاعدين الشخصيين، لا يزال يتعين عليه تغطية الكثـير مـن الأميـال لضـمان أن التفاعـل الطبيعـي هـو 100٪ مطبق وموثوق به، خذ حالة من telecaller، الأسلوب هو الاتصال بالرقم 1 لمعلومـات الرصيد، والاتصال بالرقم 2 لسداد فاتورة، إلخ.

هذه العوامل التي تعمل بالتوصيل الإلكتروني تصـبح محبطـة للغايـة في بعـض الأحيـان يحتاج ذلك الشخص إلى التحدث إلى إنسـان، ألـن يكـون رائعًـا لـو كـان جهـاز الاتصـال أكـثر تفاعلية وسألك أسئلة مثل "أخبرني ما الذي تريد القيام به اليوم"، اسـتنادًا إلى الإجابـة، يمكـن أن يوفر الدعم الفعلي، مثل هذه التفاعلات في الكلام ستساعد المستخدم حقًا.

يحتاج التعـرف عـلى الكـلام إلى تفاعـل غـير مـزعج مـع المسـتخدم، بصرف النظـر عـن التفاعلات الطبيعية.

يواجه الكلام حاليًا الكثير من المشكلات الأخرى مثل:

- الصحة.
- الأداء.
- استجابة المستخدم.
- الاصطدامات النحوية.
- ضوضاء الخلفية.
- لهجات متنوعة.

على سبيل المثال الدقة في السيارات، قد تفقد دقة التعرف فقط لأن جودة إشارة الصوت ضعيفة، وبالمثل، قد لا يكون وكيلك مستعدًا للاستماع ولكن المستخدم بدأ في التحدث، مما أدى إلى استجابة سيئة للمستخدم، ويواجه التعرف على الكلام أيضًا تحديات مع الأداء والسرعة.

واحدة من القضايا الأخرى مع التفاعل الطبيعي هي القدرة على التعرف على الكلام للفهم والعمل مع وتيرة الخطاب البشري، وقد تم تحقيق ذلك إلى حد معين ولكن لا تزال هناك حاجة إلى وضع خوارزميات جديدة بالسرعة المناسبة للحصول على تجربة سلسة في الوقت الفعلي، يمكن أن يكون هناك سبب آخر للدقة يتعلق بكلمات متهجئة على حد سواء ؛ يبدو "الرهان" و"السرير" متشابهين مع محرك التعرف على الكلام الأساسي.

تركز معظم عمالقة الصناعة في مجال الكلام، مثل آي بي إم، وجوجل، ومايكروسوفت، على تحسين دقة الكلام من خلال تقليل معدل الخطأ للكلمة، ادّعت شركة جوجل مؤخرًا أن معدل الخطأ في الكلمة قد انخفض إلى 4.9٪، مما يعني أنها قادرة على توقع تسع عشرة كلمة من أصل عشرين كلمة بشكل صحيح، يعد هذا نجاحًا كبيرًا، ولكن من أجل جعل التعرف على الكلام أكثر موثوقية ودقة، يجب أن تنخفض نسبة كلمة الخطأ إلى أقل من 1٪ في المستقبل.

من المهم أيضًا أن يكون هناك نظام حيث تعمل البرمجة اللغوية العصبية والتعرف على الكلام، يمكن أن تتعامل البرمجة اللغوية العصبية مع مـا كنـت تقصـده، وبنـاءً عـلى السـياق، يمكنك التعرّف على الكلام حول الكلمة الصحيحة.

وبصرف النظر عن مثل هـذه السـيناريوهات، هنـاك مجـالات أخـرى لا يـزال الخطـاب يواجه فيها الكثير مـن التحـديات، ويجـب أن يكـون التعـرف عـلى الكـلام حكـيماً بمـا يكفـي للتعامل مع البيئات التي بها الكثير من ضوضاء الخلفية.

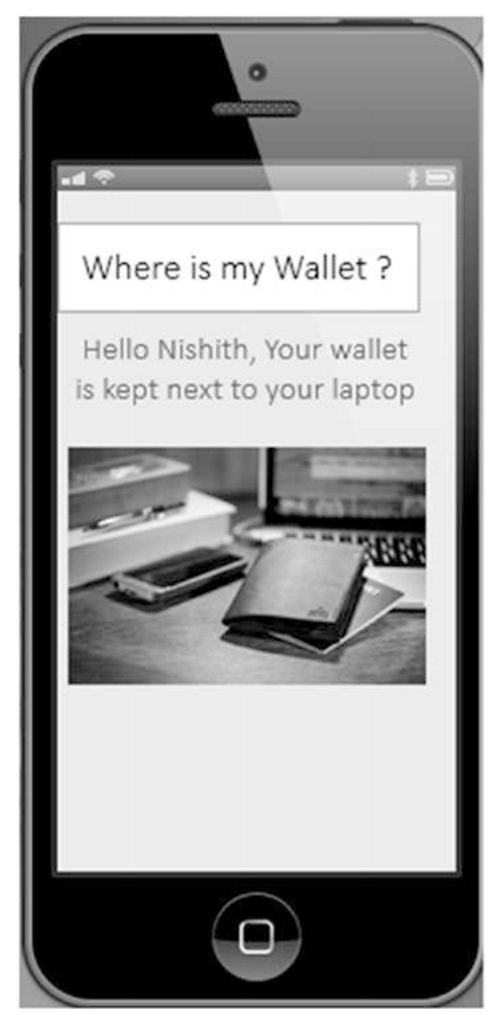
لقد توصلت مايكروسـوفت إلى خدمـة الكـلام المخصصـة والتـي تحـاول معالجـة هـذه المشكلة إلى حد معين، هذه المناطق جديدة للغاية ويجب بالتأكيد اختبارها بشكل صحيح في بيئة إنتاج فعلية، فتحاول العديد من الشركات أيضًا استخدام الكلام في منطقـة التعـرف عـلى الكلام التلقائي (ASR)، خذ حالة جوجل باستخدام YouTube للقيام بـ ASR مع الترجمة، أو إلقاء اللوم على لهجات مختلفة أو الويب متعددة اللغات، ولكـن لم نـتمكن بعـد مـن رؤيـة ASR دقيقة 100 ٪. في المستقبل، يمكنك بالتأكيد توقع ترجمة فورية في وقت قريب جدًا مع موثوقية عالية.

التحديات ومستقبل البحث:

جلبت واجهة برمجة تطبيقات البحث في مايكروسوفت الكثـير مـن بيانـات الاعـتماد في واجهة برمجة التطبيقات (API) إلى الجدول.

لا يمكن البحث في الويب فقط ولكن أيضًا الأخبار ومقاطع الفيديو، إلـخ، كـما يمكـن أن يوفر البحث الآن نتائج تستند إلى الموقع أيضًا، البحث في المستقبل سيحصل عـلى المزيـد مـن السياق.

في المستقبل، يجب أن تكون قادرًا على البحث عن أجهزة في منزلـك تمامًـا مثـل البحـث عن أي منتج على الويب، هذه ستكون تجربة استثنائية، فكـر في البحـث عـن محفظتـك عـبر هاتفك المحمول، كما هو موضح في الشكل التالي عن أسلوب البحث، مـن أجـل تحقيـق شيء من هذا القبيل، يحتاج إلى أن تكون متكاملة مع التقنيات المعرفية الأخرى.



العثور علي محفظتك عن طريق هاتفك.

التحديات ومستقبل التوصيات:

تأتي معظم التوصيات في الوقت الحاضر من طرق مثل الجمع المتكرر (FBT) أو التنقل بالمستخدم أو التاريخ السابق، فكر الآن في البيانات الاجتماعية لنفس العميل، تحدث حوالي 500 مليون تغريدة و55 مليون تحديث على Facebook كل يوم،

يقضي الجميع في المتوسط خمس ساعات أو أكثر يوميًا في مشاهدة الأفلام والعروض إما على التلفزيون أو على الهاتف، فكر في مستقبل المقترحات استنادًا إلى الإحصاءات الاجتماعيـة والقنوات التي تشاهدها على التلفزيون والمحادثة التي تجريها على الهاتف.

ثالثاً: رؤية مايكروسوفت في الذكاء الاصطناعي:

عندما يحـدث تبنـي للتكنولوجيـا، تتقـدم كـل تقنيـة في البدايـة، وقـد شـهدت صـناعة تكنولوجيا المعلومـات الكثـير مـن التحـولات في المـاضي، مثـل وجـود بنيـة العميـل والخـادم، والويب، والحوسبة الموزعة، والسحابة.

لم يتحرك أي اتجاه بالسرعة التي تتحرك بها منظمة العفو الدولية في العصر الحـالي، فـلا يهم الدور الذي تلعبه في مؤسستك، أو إذا كان لديك مشروعك الخاص أو شركـة ناشـئة، فـإن هناك أمر واحد مؤكد: لن تؤثر منظمة العفو الدولية فقط على العمل الذي نقوم بـه، ولكـن أيضًا على أعمالنا اليومية، فعليك أن تتعايش مع الحياة بطريقة كبيرة، إذا نظرت حولك، تركـز كـل شركـة عـلى منظمـة العفـو الدوليـة، حيـث تعتـبر الأشـياء مثـل الربوتـات والمسـاعدين الشخصيين والواجهات التحادثيـة والـتعلم الآلي بعـض الكلـمات الطنانـة التـي سـترونها عـلى الصفحات الرئيسية لمعظم الشركات.

مـن المهـم ألا تركـز هـذه الشركـات عـلى تقـديم خـدمات جديـدة في مجـال الـذكاء الاصطناعي فحسب، بل تحتاج أيضًا إلى التركيز عـلى الأشـخاص ومنتجاتهـا الحاليـة، والسـبب الذي يجعلنا نشدد عـلى النـاس هـو في المقـام الأول أن الإنسـان أو الآلات وحـدها لا يمكنهـا إحداث تغييرات تحولية، بل إنها قوة الجمع بين الإنسان والآلة التي ستحدث تغييرات خارقة، وتحتاج المنظمات إلى التفكير في إيجـاد فـرص جديـدة لشـعبها الحـالي إذا تـم تبنـي مهامهـا بواسطة الآلات.

أما الشركات التي تركز عـلى الابتكـار في الـذكاء الاصـطناعي جنبـا إلى جنـب مـع النـاس ومنتجاتها هي الشركـات التـي سـوف تزدهـر عـلى المـدى الطويـل، سيسـمح ذلـك للشركـات باستخدام ميزتها التنافسية للمضي قـدمًا، لا تحتـاج فقـط إلى التفكـير في تحويـل عملـك مـع

منظمة العفو الدولية ولكن تحتاج أيضًا إلى التفكير في استخدام الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي مع البشر كنواة لاستراتيجية عملك.

لقد حاولنا حتى الآن استنفاد واجهات برمجة التطبيقات بطريقة مريحة، لقد ساعدتنا واجهات برمجة التطبيقات هذه على حل بعض المشكلات المعقدة التي لم يكن من الممكن حلها في وقت سابق، سبب آخر لهذا النموذج القائم على واجهة برمجة التطبيقات هو أنه يستخرج الآلاف من المعالجات وVMs التي تعمل خلف واجهة برمجة التطبيقات، لكن مع ظهور تكنولوجيات مثل IoT وأجهزة الاستشعار، أصبح هناك فرص لا تصدق لميكنة البيانات وتحليلها، فكر في المساعدين الشخصيين مثل جوجل Now أو Cortana. فيتم توجيه كل طلب إلى السحابة قبل حدوث المعالجة الفعلية، لكن يرجع سبب نقل هذه الطلبات إلى السحابة إلى أن تطبيق الجوّال ليس لديه طاقة معالجة كافية لمعالجة العمليات المعقدة، يتطلب استدعاء APIs ذهابًا وإيابًا في الوقت نفسه بالتأكيد، ويعمل هذا النموذج في معظم المواقف ولكنه ينشئ أيضًا سيناريوهات لا يمكن لهذا النموذج تحقيقها، ولذلك، يلزم نشر هذه النماذج على الحافة بدلاً من السحابة.

هناك الكثير من الأبحاث الجارية في هذه الأيام، وبصرف النظر عن الشريحة العصبية التي ناقشناها في وقت سابق من هذا الكتاب، فإن العديد من الشركات تقوم بتصميم رقائق لتحقيق قوة السحابة لتكون أقرب إلى الأجهزة، وقد أصدرت شركة إنتل مؤخراً شريحة تسمى منصة Joule التي تسمح لك بنشر هذه النماذج المعقدة في شريحة أخرى، والتي يمكن استخدامها في معظم أجهزة IoT، والروبوتات، وحتى الطائرات بدون طيار، فتتم ترقية المعالج المحمول يوميًا، وبالتأكيد لن يكون اليوم بعيدًا جدًا عندما يكون لديك نموذج التعلم الآلي المنتشر مباشرةً على الهاتف المحمول.

كشف الرئيس التنفيذي لشركة جوجل ساندر بيتشاي خلال مؤتمر جوجل I / O في مايو 2017 عن شريحة جوجل الجديدة التي يمكن استخدامها في النهاية لتدريب الشبكات العصبية العميقة وتنفيذها.

كما أعلنت ساتيا نديلا، الرئيس التنفيذي لشركة مايكروسوفت، عن حلول الحواف الذكية بمساعدة العديد من المشاريع مثل مشروع روما وغيرها.

وقد أعلنت شركة Apple أيضًا عن أنها تبني معالجًا متنقلًا ثانويًا لتشغيل الذكاء الاصطناعي قريبا جدا، من المرجح أن يتم الإعلان عن نموذج التسعير الجديد لاستهلاك هذه APIs على الحافة من قبل مايكروسوفت، قد تحصل مايكروسوفت الرسم البياني على الكثير من الاهتمام في المستقبل حيث تخطط لتوصيل جميع الأجهزة والتطبيقات معًا من خلال إنشاء نموذج نسيج، سيفتح هذا النموذج المجموعة الكبيرة القادمة من الفرص ويحل المشاكل لأننا نستطيع استخدام هذه التقنيات حيث يكون اتصال الإنترنت بطيئًا، كما هو الحال في الغابات الكثيفة في إفريقيا أو في أبعد قرية في الهند أو تحت البحر أو في أعمق جزء من محيط.

رابعاً: المضي قدما نحو الذكاء الاصطناعي:

لقد ولت تلك الأيام التي يتم فيها استخدام الآلات للتكرار، والعمل الرتيب، والعمل التكراري، إن الآلات تزداد ذكاء يومًا بعد يوم، لقد رأيت بالفعل بعض الأمثلة التي يمكن للآلات التي تدعمها على سبيل المثال أن تهزم أبطال البشر في الألعاب.

لكن من المؤكد أن الذكاء الاصطناعي لا يقتصر على الألعاب فقط؛ في الواقع، الذكاء الاصطناعي يزعزع كل مجال، واحدة من المناقشات الغريبة والمنشورة على الويب هي كيف ستؤثر الذكاء الاصطناعي على الوظائف. انظر الشكل التالي حيث يقول بعض خبراء منظمة العفو الدولية أن نصف الوظائف ستحل محل منظمة العفو الدولية في وقت قريب جداً.

فكر في الأمر بهذه الطريقة: أي شيء جديد يجلب الخوف دائماً، فكر في أول مرة يخطط فيها إنسان للسفر في طائرة، هل كان هناك خوف؟



هل سيحل أي من الروبوت محل دي جيه البشري؟

لنذهب إلى أبسط من ذلك: ماذا عن عرض السيارات والهواتف المحمولة؟ بالتأكيد، كان هناك قدر من الخوف، لكننا نحتاج إلى الاعتراف بأن هذه التقنيات أصبحت مساعدة كبيرة، لكن في البداية تم تبني هذه التقنيات ببطء وأصبحت الآن جزءًا من حياتنا اليومية، إنها تحسن التجربة الإنسانية بطرق ثاقبة، كما ينبغي لنا أن نرحب بالتغييرات التي ستجلبها منظمة العفو الدولية.

لا بد من التخوف من التغييرات التي ستجلبها منظمة العفو الدولية، لن تؤثر هذه التغييرات على عملنا فحسب، بل تؤثر أيضًا على حياتنا اليومية، بالتأكيد ستكون بعض مهامك آلية، وبالطبع، يمكن رؤية الفوائد في المدى القصير إلى النصف، ها هو الواقع الحقيقي، لقد ساعدت الآلات دائمًا البشر في إنجاز أعمالهم المتكررة. يوضح الشكل التالي مثالاً على الروبوتات التي تحمل عربات.



روبوت يدفع عربة

يعد تدريب الآلة أحـد المكونـات الأساسـية للتطبيـق القـائم عـلى الـذكاء الاصـطناعي، يعتمد رد فعل تطبيق الذكاء الاصطناعي على مدى جـودة تدريبـه، فكـر في سـيارة مسـتقلة، نحن بحاجة إلى تدريب السـيارة عـلى القيـادة لكننـا نحتـاج أيضًـا إلى تثقيـف النظـام لفهـم القيادة السيئة بالسيارة مقابل القيادة الجيدة للسيارات، إن النتيجـة النهائيـة لكيفيـة قيـادة السيارة المستقلة بشكل جيد لها علاقة بزاوية الإنسان على مهارتها في تدريبها، هذا هـو أحـد الأمثلة الكلاسيكية على تشفير القيم البشرية في الجهاز، هذا في عالم الذكاء الاصطناعي يسمى أيضا "الذكاء المعزز".

خذ مثالاً آخر على خدمة العملاء، قل عميل يتصل بخدمـة العمـلاء لحـل اسـتعلاماته، بعـض الاسـتعلامات بسـيطة ولكـن بعضـها معقـد في الطبيعـة، وقـد وظفـت الشركـة مئـات

الأشخاص كموظفين مساعدين للإجابة على تلك الأسئلة الأساسية والمعقدة، ما المدة التي تشعر فيها بأن موظفًا في فريق الدعم سيتم تحفيزه وتنشيطه للاستجابة إلى أسئلة الدعم نفسها مع الاهتمام الكامل؟ بالتأكيد، لا أحد يحب القيام بعمل رتيب لفترة طويلة من الزمن، وقد كشفت المسوحات المختلفة أن إنتاجية الموظف ينخفض تدريجيا على مدى فترة من الزمن إذا كانوا يقومون بنفس العمل المتكرر. أيضا، هناك فرصة جيدة أن موظفي الدعم يمكن أن يخطئ في الاستجابة بشكل صحيح، خذ نفس السيناريو حيث تتم معالجة الأسئلة الأساسية الآن بواسطة برامج التتبع الذكية، إذا لم تتمكن برامج الروبوت من الإجابة، فسيتم إعادة توجيه تلك الأسئلة المعقدة للتدخل البشري، يشارك الآن مئات من الأشخاص الذين يدعمون الإجابة على الأسئلة الأساسية أكثر في تدريب البوت لتكون أكثر كفاءة ويتم استخدامها في الفرص الجديدة الأخرى التي نتجت عن إدخال هذه الروبوتات التي تدعمها منظمة العفو الدولية.

المثال أعلاه مثال كلاسيكي يتم تطبيقه في الشركات، إذا كنت ترى السيناريو أعلاه، فقد اتخذت الروبوتات مهام البشر، تتعامل Bots مع الاستعلامات الأساسية لخدمة العملاء ويتم تكليف موظفي الدعم بوظائف جديدة مثل التدريب والنشر وغير ذلك، لكن من خلال تقديم طريقة مناسبة، يمكنك بالتأكيد إنشاء الكثير من القيمة في أي مجال، وهذا يعطي أيضًا فرصة فريدة للشركة لتحديد السبل الجديدة التي يمكن استخدامها للموظفين.

خذ مثالاً آخر على جامعة ولاية أريزونا (AZU)، كانوا قادرين على إشراك المعلمين فقط عندما يحتاج الطلاب لهم حقا، لقد كانت النتائج الأولية هائلة، وارتفعت النسبة المئوية للمرور من الطلاب من 64 إلى 75 في المائة.

باختصار، جلب إدخال الذكاء الاصطناعي في العملية الكثير من القيمة، لقد تأثرت بالتأكيد بالكثير من المهام، ولكنها أعطت الفرصة أيضًا لإنشاء أعمال جديدة، ومن المؤكد أن تلك النسبة من المهام القديمة التي يتم تناولها مقابل الفجوات الجديدة في المهام قد تكون أوسع قليلاً في البداية، لكن العبء يقع على المنظمة للتحول بسرعة فائقة من أجل الحفاظ على المزايا التنافسية وجلب المزيد من المهام / الوظائف إلى الطاولة.

خذ قضية أوبر، التي أعاقت سوق سيارات الأجرة بالكامل مع استخدام التكنولوجيا الجديدة، الذكاء الاصطناعي، وتجربة شخصية غامرة، فإن أوبر، رغم عملها في أكثر من 600 مدينة، هي أكبر شركة سيارات أجرة ولكنها لا تمتلك أي مركبات، تمامًا مثل Uber.

توفر rbnb الذكاء الاصطناعي، التي توفر أكبر خدمات الإقامة في جميع أنحاء العالم ولا تملك أي أماكن إقامة، استخدام ميزة الذكاء الاصطناعي لتسعير الغرف الديناميكي بناءً على الطلب في الوقت الفعلي، ويعمل المئات من الأشخاص على دعم فرق للمساعدة في عمليات عير والذكاء الاصطناعيrbnb تعمل بطريقة غير منقطعة.

لقد نجحت التقنيات في الماضي في القضاء على عدد من الوظائف، وكما ذكرنا من قبل، فإن الوظائف التي تتمحور حول الإنسان بشكل أكبر سوف يتم استبدالها أو عدم استبدالها بالذكاء الاصطناعي.

إذن، أين نذهب من هنا؟

في السنوات القليلة المقبلة، يمكننا أن نتوقع منظمة العفو الدولية في كل مكان، قد أصبحت منظمة العفو الدولية القوة الدافعة لثورة صناعية رابعة، لقد بدأ تأثير الذكاء الاصطناعي، وفي السنوات القادمة، وسيؤثر الذكاء الاصطناعي بالتأكيد على حياتنا اليومية اليوم بطريقة تحويلية هائلة، فنحن كمطورين نحتاج إلى اختيار الاستخدامات الصحيحة ونأخذ بالتأكيد العالم نحو زيادة الذكاء.

على عكس الذكاء الاصطناعي، تخيل عالمنا حين يتم تشغيل معظم السيارات بواسطة الآلات، تخيل عالمنا إذا كان معظم المصانع لديها روبوتات أكثر من البشر، تخيل متجر بيع بالتجزئة حين يتم الترحيب بك من قبل روبوت يفهم استفسارك ويوفر تجربة التجزئة التي تركز على العملاء، تخيل مستشفى يتم فيها إجراء التحليل الأولي من قبل الروبوتات، تخيل ثلاجة ذكية تلبي بما يكفي طلب الخضروات عندما تكون السلة فارغة، فكر في عالمنا حين يتم تسليم الطرود الخاصة بك من خلال طائرات بدون طيار.

مرحبًا بك في عالم الذكاء الاصطناعي لمنظمة العفو الدولية، والذي سيأتي في موعد لا يتجاوز عام 2020. ربما يمكنك في السنوات الخمس عشرة القادمة أن تتوقع أن تقوم الآلات بإعادة إنتاج نفسها باستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد باستخدام الذكاء الاصطناعي.

يمكنك أيضًا توقع أن تلعب الروبوتات مباريات التنس وتهزم أبطال اللعبة، يمكنك أن تتوقع روبوتات مستندة إلى الذكاء الاصطناعي لإجراء العمليات الجراحية الطبية، ومع ذلك، ما زلنا لا نعرف ما إذا كنا قادرين على إنتاج آلة لديها قوة الحدس والقيم الأخلاقية مثلنا، يسأل الناس دائماً كيف يجب أن نستغل ونبحر في عصر الذكاء الاصطناعي.

الفصل
الحادي عشر

تطبيقات
الذكاءِ الاصطناعي
وابتكاراته

الفصل الحادي عشر

تطبيقات الذكاءِ الاصطناعي
وابتكاراته

المقدمة:

يُعتبرُ القمحُ محصولًا رئيسيًا في أستراليا، حيثُ يتمُّ زراعةُ من أحدَ عشرَ إلى ثلاثةَ عشرَ مليون هكتار سنويًا، حوالي أربعون في المائة من هذا في جنوبِ غربِ أستراليا الغربية. وبصرفِ النظرِ عن خصوبةِ التربةِ والاعتباراتِ الزراعيةِ الأخرى، فإنَّ القيودَ الرئيسيةَ على الإنتاجِ هي الأرصادُ الجويةُ والمناخيةُ، تؤثرُ رطوبةُ التربةِ في وقتِ الزراعةِ على نجاحِ المحصولِ، والذي بدورهِ يتأثرُ بهطولِ الأمطارِ خلالَ فترةِ الأجازاتِ في الصيفِ والخريفِ.

توافرُ المياهِ أثناءَ فترةِ النموِّ هو أهمُ العواملِ التي تؤثرُ على غلةِ المحاصيلِ، ويُسمى توقيتُ وصولِ ما يكفي من أمطارِ الخريفِ للزرعِ، "كسر الخريف"، وهو عاملٌ رئيسيٌ في مرحلةِ زراعة المحاصيلِ.

وفيما يتعلق بمتطلبات المحاصيل فيُعتبرُ توقيت أحداث هطول الأمطار أكثرَ أهميةً من إجمالي كميةِ الأمطارِ التي تمَّ تلقيها خلالَ دورةِ حياةِ المحصولِ، ولذلك فإنَّ التنبؤاتِ

الدقيقةَ والمفصلةَ للأمطارِ مهمـةٌ لمزارعـي القمـحِ في جميـعِ أنحـاءِ العـالمِ، بمـا في ذلـك غـرب أستراليا.

إنَّ الظواهرَ التي يُعتقد أنهـا تـؤثرُ عـلى سـقوطِ الأمطـارِ، ولا سـيما ظـاهرة "التذبـذب الجنوبي-النينيـو (ENSO)"، قـد تمّـتْ دراسـتُها عـلى نطـاقٍ واسـع في أسـتراليا، حيـث كانـت الدراسةُ في العلاقات بين ENSO والغلة من القمح والذرة للأرجنتين والبرازيل.

أما في الولاياتِ المتحدةِ الأمريكيةِ، وُجدَ أنَّ الغلةَ من مجموعةٍ متنوعةٍ من المحاصيلِ، بما في ذلك القمحُ والقطنُ وقصبُ السكرِ لديها بعضُ الاعتمادِ على(ENSO).

وفي آسيا، تمتْ دراسةُ العلاقاتِ بين "ENSO" والغلةِ من القمحِ والأرزِ لكـلٍّ مـن الصـين والهند، حتى مايو 2013، وقد استندتْ التوقعاتُ الموسـميةُ الرسـميةُ لجنـوبِ غـربِ أسـتراليا، الصـادرةُ عـن المكتـبِ الأسـتراليِّ للأرصـادِ الجويـةِ (BOM)، عـلى مخطـطٍ إحصـائيٍّ تجريبـيٍّ باستخدامِ مؤشرِ ENSO"" باعتبارهِ المؤشرَ الرئيسيَّ في نموذجٍ إحصائيٍّ بسيطٍ نسبيًّا، وبمراجعـةِ أداءِ هذه التنبـؤاتِ، وصـفَ "فوسـيت وسـتون" مسـتوى المهـاراتِ الموضِّـحَ للتنبـؤِ الموسـميِّ للأمطارِ بأنه "معتدلٌ، على الرغمِ من أنه أفضلُ من توقعاتِ المناخِ والتنبؤاتِ العشوائيةِ".

ومنـذ يونيـو 2013، قـد اسـتخدمتْ "BOM" مُخرجـاتٍ مـن نمـوذجِ الـدورانِ العـامِ (GCM)، ونموذجِ التنبؤِ المحيطِ للغلافِ الجويِّ لأستراليا (POAMA)، للتنبؤِ بمناطقِ الشـبكةِ الكبيرةِ (26.500 كيلومتر مربع) عبْرَ القارةِ الأستراليةِ.

لم تكنْ هناكَ دراسةٌ كميةٌ مفصلةٌ منشورةً تُمكِّنُ من إجراءِ مقارنةٍ مباشرةٍ بينَ مهـاراتِ التوقعاتِ من(POAMA) مقابلَ النماذجِ الإحصـائيةِ السـابقةِ، بمـا في ذلـك جنـوبُ غـربِ أستراليا الغربيةِ، وبما أن التنبؤاتِ التشغيليةَ من (POAMA) يتمُ توفيرُهـا في نسـقٍ مكـونٍ من فئتين (أعلى أو أقل من متوسط سقوط الأمطار)، فإنَّ حسابَ المقاييسِ المشـتركةِ لمهـارةِ التنبـؤِ بمـا في ذلـك خطـأُ الجـذرِ المركـزيِّ للمربـعِ (RMSE) مسـتحيلٌ، عـلاوةً عـلى ذلـك، فإنَّ (BOM) غيرُ راغبـةٍ في تـوفيرِ المخرجـاتِ مـن (POAMA) المسـتخدمةِ في التوقعـاتِ

التشغيليةِ في شكلٍ يُسهِّلُ المقارنةَ مع الطرقِ الأخرى، على سبيل المثال، كتوقعاتٍ حتميةٍ لمواقعِ النقاطِ.

تُعتبرُ التوقعاتُ الموسميةُ لمقياسِ (BOM) غيرَ موثوقةٍ للغايةِ كأساسٍ لاتخاذِ القراراتِ المحصوليةِ الرئيسيةِ، وهذا يتفقُ مع الدراساتِ السابقةِ التي تشيرُ إلى عدمِ وجودِ توقعاتٍ دقيقةٍ لسقوطِ الأمطارِ في أستراليا الغربيةِ، وتشير نتائجُ أحدثِ الأبحاثِ استنادًا إلى الناتجِ من أحدثِ إصدارٍ من (POAMA) (الإصدار 2.4)، إلى أنه بالنسبةِ لخلايا الشبكةِ المقابلةِ لحزامِ القمحِ الأستراليِّ الغربيِّ، فإن التوقعاتِ الشهريةَ للأمطار تنخفضُ إلى فئاتٍ تقابلُ الصفرَ، أو السلبيةَ، أو مستوى إيجابيٍّ منخفضٍ للغايةِ من المهارةِ بالنسبة لعلمِ المناخِ.

كان هذا حتى بعدَ معالجةٍ شاملةٍ لإصدار (POAMA 2.4) مع الأخذِ بعينِ الاعتبارِ موثوقيةَ ومهارةَ (POAMA 2.4) بالنسبةِ إلى الإصداراتِ السابقةِ للقارةِ الأستراليةِ بأكملها، كما أنه يشيرُ أيضًا إلى مهارةٍ متوقَّعةٍ يمكنُ مقارنتُها فقطْ معَ الأساطيرِ العسكريةِ، مع مهارةٍ قليلةٍ أو معدومةٍ خارجَ نطاقِ علمِ المناخِ، إشارةً إلى مهارةِ (POAMA) بعدَ تغييرِ نِطاقها في مواقعَ في جنوبِ شرقِ أستراليا مرةً أخرى تظهرُ درجاتِ المهاراتِ التي يمكن مقارنتُها فقط مع علمِ المناخِ، مع متوسطِ الارتباطاتِ التي تبلغ (0.4) في الشهرِ الواحدِ تقريبًا، مع التراجعِ لفترةٍ أطولَ.

تحاولُ (POAMA) مثل غيرها من نماذجِ الدورانِ العالميِّ (GCMs)، محاكاةَ المناخِ من خلالِ فهمِ العملياتِ الفيزيائيةِ، وهناك نهجٌ بديلٌ لكلٍّ من (POAMA) ، والنماذجِ الإحصائيةِ السابقةِ وهو التعلمُ الآليُّ باستخدامِ الشبكاتِ العصبيةِ الاصطناعيةِ(ANNs).

من حيث المبدأُ، ينبغي أن يكونَ التنبؤُ بمعدلاتِ سقوطِ الأمطارِ الشهريةِ في حزامِ القمحِ قابلًا للإنترنت الجويِّ لأنّ أنماطَ سقوطِ الأمطارِ السنويةِ معدلةٌ بواسطةِ أنماطِ الدورانِ المحيطةِ بالغلافِ الجويِّ العالميةِ التي يمكن قياسُها على الرغمِ من المؤشراتِ المناخيةِ بما في ذلك (ENSO) و(Dipole) والمحيط الهندي.

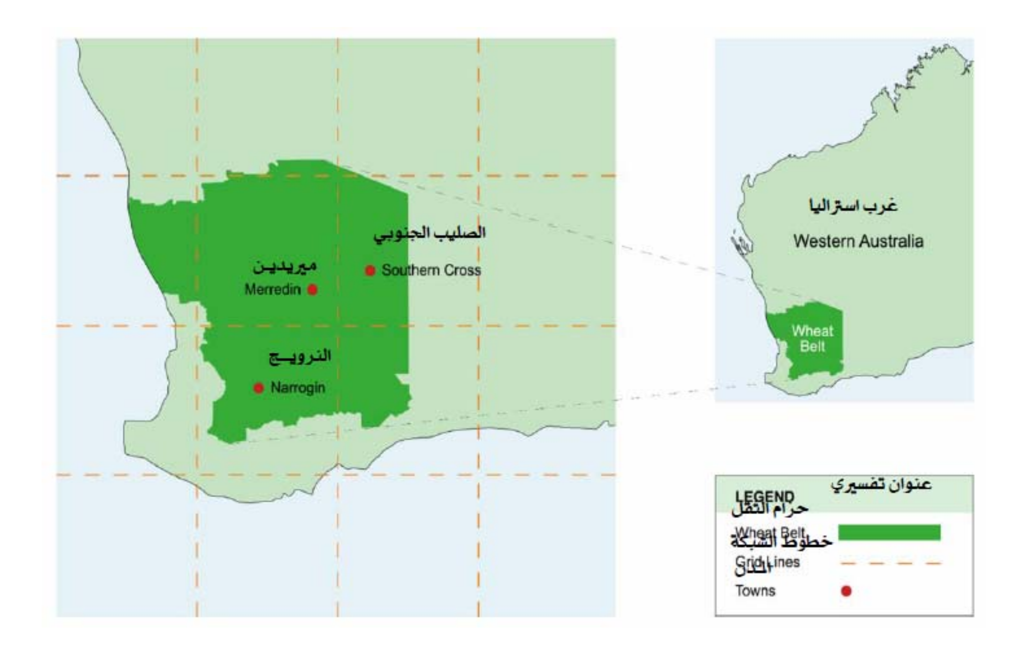
هذه المؤشراتُ المناخيةُ، وكذلك هطولُ الأمطارِ ودرجاتُ الحرارةِ هي سجلاتٌ تاريخيـةٌ للعديد من المواقع في حزام القمحِ، ويمكن أن توفرَ أكثرَ من مائةِ سنةٍ من البيانـاتِ للتـدريبِ والتحققِ من صحةِ نماذجِ (ANN).

يركزُ التعلمُ الآليُّ مع (ANNS) على التنبؤِ المبني عـلى الخصـائصِ المعروفـةِ المسـتفادةِ من التعرضِ لمجموعاتِ البياناتِ التاريخيةِ أثناءَ عمليـةِ التـدريبِ، والهـدفُ الأسـاسيُّ لعمليـةِ التعلمِ هو أنْ تكونَ قادرًا على التعميمِ من التجربةِ.

وقد استُخدم الميلُ الميكانيكيُّ على نطاقٍ واسعٍ في منطقةِ الهيدرولوجيا، على سبيل المثال، في دراسةِ علاقاتِ الجريانِ السطحيِّ للأمطارِ، كما أصبحَ التعلمُ الآليُّ مُهمًا في مجالِ التشخيصِ الطبيِّ حيثُ يلزمُ الجمعُ بينَ المعلوماتِ من اختبـاراتٍ مختلفـةٍ، كـلٌّ منهـا يحمـلُ بعـضَ المعلومـاتِ التشخيصيةِ ذاتِ الصلةِ، ولكنها محدودةٌ، قد لا تكون هناك طريقةٌ مفيدةٌ باستمرارِ للجمـعِ بـين المعلوماتِ ذاتِ الصلةِ، مع الاعتمادِ التقليديِّ على مهارةِ وخبرةِ الممارسِ الطبيِّ.

ويمكنُ لمكونٍ مناخيٍّ شاسـعٍ يبلـغ ثلاثـةَ عشرَ اختلافًـا أن يكـون لـه بعـضُ التـأثيرِ عـلى الأمطارِ الموسميةِ في جميعِ أنحاءِ أسـتراليا، مـع اخـتلافِ تأثيراتهـا الزمنيـةِ والموسـميةِ، كـما أن التوقعاتِ تتحسنُ عند تقديم المعلومات في وقت متأخر، عادةً من شـهر إلى ثلاثـة أشـهر، وفي دراسة أخرى تمَّ إنشاءُ صفائفِ البيانـاتِ باسـتخدامِ سـبعةِ مـؤشراتٍ مناخيـةٍ وثـلاثِ سـماتٍ مناخيةٍ محليةٍ، هي (سقوطُ الأمطارِ، الحدُ الأقصى والحدُ الأدنى لدرجة الحرارة) مع تـأخرِ كـلٍّ من سماتِ الإدخالِ هذه بزياداتٍ شهريةٍ، لمدةٍ تصل إلى اثني عشرَ شهرًا.

وقد تم إدخالُ المصفوفاتِ إلى (ANN)من أحدث طراز (ANN)ونمـاذجَ مبنيـةٍ يمكـنُ استخدامُها للتنبؤاتِ الشهريةِ للأمطارِ من شـهرٍ واحـدٍ إلى ثمانيـةَ عشرَ شـهرًا مسـبقًا في مـدن (ناروغين، وميريدين، والصليب الجنوبي) في غرب أستراليا.



يتمُّ عرضُ التنبؤاتِ الشـهريةِ للأمطـارِ خـلالَ فـترةِ الاختبـارِ مـن يوليـو 2004 إلى يونيـو 2014 من هذه النماذجِ على هيئةِ جداولَ زمنيةٍ، ومهارةُ التنبؤِ المُقاسـةُ باسـتخدامِ ارتباطـاتِ "بيرسون فيو"، وأخطاء مربع الجذر الرئيسي (RMSE)، وتعني الأخطاء المطلقة (MAE)، كـما تمَّ تحليلُ الاختلافاتِ في مهارةِ التنبؤِ، وبين المواقـعِ وداخلِهـا، والتنـوعِ في حساسـيةِ خصـائصِ المدخلاتِ.

يعتمدُ هذا العملُ على أبحاثٍ سابقةٍ ركّزتْ على تطبيقِ نماذج (ANN)للتنبؤِ بالأمطـارِ الشهريةِ في شمالِ شرقِ أستراليا باستخدامِ منصةِ (ANN) أقل تطورًا، والشكل السابق يوضـحُ خريطةً لحزامِ القمحِ الأستراليِّ الغربيِّ، وتظهرُ خطوطُ الشـبكةِ (POAMA)ومـدنُ (نـاروغين، وميريدين، والصليب الجنوبي).

تعتمدُ مهارةُ التنبؤِ بأمطارٍ من (ANN) على جودةِ وملاءمةِ البياناتِ المقدمـةِ كمـدخلٍ للنمـوذجِ، كـما هـي الحـالُ مـع أيِّ نمـوذجٍ إحصـائيٍّ، بمـا في ذلـك (ANNS)، ومـن الأفضـلِ

بشكلٍ عامٍ تدريبُ واختبارُ مجموعاتِ البيانـاتِ التاريخيـةِ التـي تمتـدُّ إلى أقصى حـدٍّ ممكـنٍ، ويوجد في نـاروغين وميريـدين والصـليب الجنـوبي سـجلاتٌ طويلـةٌ نسـبيًا للأمطـارِ ودرجـاتِ الحرارةِ، وتقـعُ ضـمنَ ثلاثـةٍ مـن المنـاطقِ الأربعـةِ المختلفـةِ لشـبكةِ (BOM)المسـتخدمةِ في توقعـاتِ (POAMA 3.2) التـي تغطّـي حـزامَ القمـحِ في أسـتراليا الغربيـةِ المُبـيّن في الشـكل السابق، وتتعرضُ المدن الثلاثةُ في الغالبِ في الشـتاء للأمطـارِ، إلا أن مدينـة (نـاروغين) تتلقـى المزيدَ من الأمطارِ، حيث تقع في (محطـة رقـم 10614) بـين (خـط العـرض 32.93 ° S، خـط الطول 117.18 ° E، الارتفاع: 338 م).

وقد بدأَ تسجيلُ هطولِ الأمطارِ في عام 1891، ومـا زال يعمـلُ كمحطـةِ طقـسٍ لليـوم، وعن مدينة (ميريدين) وهي المحطة (رقم 10092) وتقع بين (خط العـرض 31.48 ° S، خـط الطول 118.28 ° E، الارتفاع: 315 م).

وقد افتتحت محطةُ الطقس الأصلية في الصليب الأحمر في عام 1903 وما زالـت تعمـلُ إلى اليوم وهي المحطة (رقم 12074)، وتقع بين (خط العرض 31.23 ° S، خط الطول 119.33 ° E، الارتفاع: 355 م).

وافتتحت محطةٌ أخرى في عام 1889 وتم إغلاقها في ديسمبر 2007، ثم تمَّ فـتحُ محطـةٍ أخرى في مطارِ الصليبِ الجنوبي في أكتوبر 1996 وهي المحطة (رقم 12320)، وتقع بين (خـط العرض 31.24 ° S، خط الطول 119.36 ° شرقاً، الارتفاع: 347 متراً) وما زال هذا التشغيل.

وتشيرُ البياناتُ التاريخيةُ المستخدمةُ في دراسـة أخـرى إلى هبـوطِ الأمطـارِ عـلى المـدى الطويـلِ في (نـاروغين) بمقـدار –0.52 ملـم مـن سـنة (1891–2013). ومـع ذلـك، فقـد كـان متوسطُ هطولِ الأمطارِ السنويِّ يتزايدُ في (الصـليبِ الجنـوبي) بمقـدار (0.72) ملـم مـن سـنة (1903-2013)، ويظهر اتجاهٌ ضئيلٌ في (ميريدين (.010.01) (ملم من سنة (1889–2013).

وكانت درجاتُ الحرارةِ المحليةِ وفقا لنفس الدراسة لمدينة (ميريدين) عبارةً عـن مركـبٍ مـن سـجلاتٍ في (ميريـدين) (محطـة رقـم 10092) ومحطـة أبحـاث (ميريـدين) (محطـة

رقم 10093)، في حين كانت سجلاتُ درجاتِ الحرارةِ المستخدمةِ لمدينة (الصليب الجنوبي) مركبةً من السجلاتِ في (الصليب الجنوبي) (المحطة رقم 12370) و(الصليب الجنوبي) (المحطة رقم 12074)، وكانت سجلات درجات الحرارة المستخدمة في (ناروغين) مركبةً من السجلاتِ في مقارنة مع محطة Katanning (رقم 10579) ومحطة Katanning الأخرى (رقم 10916).

ترتبطُ التغيراتُ في هطولِ الأمطارِ في أستراليا الغربيةِ، كما هي الحالُ بالنسبةِ للعديدِ من أجزاءِ العالمِ الأخرى، بالظواهرِ المناخيةِ واسعةِ النطاقِ (بما في ذلك ظاهرة النينيو)، والتي يمكنُ وصفُها بالمؤشراتِ المناخيةِ، وترتبطُ ستةٌ من المؤشراتِ السبعةِ المستخدمةِ في هذه الدراسةِ بظواهرِ المحيطِ الهادئ، ومن المعروف أنّ التغيراتِ في درجاتِ الحرارةِ والضغطِ الجويِّ في المحيطِ الهادئ الاستوائيّ تسبقُ التغيرَ المناخيَّ الموسميَ في مناطقَ أخرى من واحد إلى اثني عشرَ شهرًا على الأقل، وبالتالي تؤثرُ على غلةِ المحاصيلِ من خلالِ التأثيرِ على هطولِ الأمطار.

وتوجدُ أربعةُ مؤشراتٍ مناخيةٍ هي (Niño 1.2 وNiño 3 وNiño 3.4 وNiño 4) التي تقيسُ التغيراتِ المباشرةَ في درجةِ حرارةِ سطحِ البحرِ عبرَ المحيطِ الهادئ الاستوائيِّ المرتبط بـ (ENSO).

وقد استُخدمتْ جميعُ هذه المركباتِ الأربعةِ بقيمٍ مأخوذةٍ من المعهدِ الملكيِّ الهولنديِّ للأرصادِ الجويةِ عن طريق برنامج (المناخ المستكشف)، وهو تطبيقٌ على شبكةِ الإنترنت، وهذا المعهدُ جزءٌ من المنظمةِ العالميةِ للأرصادِ الجويةِ ومشروعِ تقييمِ شريكِ العملِ الأوروبيِّ ومشروعِ البياناتِ، وعادةً ما يتمُّ تمثيلُ فروقِ الضغطِ المرتبطةِ بـ (ENSO) بمؤشرِ التذبذبِ الجنوبيِ (SOI) المحسوبِ على أنه فرقُ الضغطِ بين "تاهيتي" و"داروين"، مع القيمِ لهذه الدراسةِ التي تم الحصولُ عليها من موقع (BOM)، كما تم إدخالُ مؤشرٍ مناخيٍّ سادسٍ، وهو "التذبذب الباسيفيكي" في فترةٍ ما بين العقد (IPO)، مع قيمِ مصدرِها مباشرةً من "كريس فولاند" في مكتبِ الأرصادِ الجويةِ في المملكةِ المتحدةِ.

يعتبرُ الطرحُ الأوليُّ للاكتتابِ العام مقياسًا للحرارةِ والضغطِ على وسطِ شمالِ المحيطِ الهادئِ مع المراحلِ السلبيةِ والإيجابيةِ التي يُعتقدُ أنها تَعدلُ دوراتِ (ENSO)التي وصفتْها قيمُ (SOI)و(Nino).

إنّ ثنائيَّ القطبِ في المحيطِ الهنديِّ (IOD) هو المؤشرُ الوحيدُ غيرُ المحيطِ الهادئِ، وهي ظاهرةٌ مرتبطةٌ بالغلافِ الجويِّ المحيطِ، وتُقاسُ بالفرقِ بين درجاتِ حرارةِ سطحِ البحرِ في المحيط الهنديِّ الشرقيِّ والغربيِّ، ويُسمَى هذا المؤشرُ مؤشرَ وضعٍ ثنائِي القطبِ (DMI).

هذه المؤشراتُ المناخيةُ، وكذلك درجاتُ الحرارةِ المحليةِ وهطولِ الأمطار، كانت مدخلاً لبرامج الحلولِ العصبيةِ إلى ما لا نهايةَ، واستُخدمتْ في بناءِ نماذج (ANN)للتنبؤِ بتساقطِ الأمطارِ شهريًا بالنسبةِ إلى (ناروغين) و(الصليب الجنوبي) و(مريدين) في أوقاتِ الرصاصِ من (1، 3، 6، 9 و12 و18) شهرًا، باستخدامِ فترةِ اختبارٍ بين يوليو 2004 ويونيو 2014.

في بعضِ التحقيقاتِ التي تمت عن تطبيقِ الشبكاتِ العصبيةِ للتنبؤِ بتساقطِ الأمطارِ في أستراليا، كانت برامج (ANN) الأقلَ تطوراً متوافرةً بما في ذلك الحلولُ العصبيةُ لـ(Excel 39) و(Peltarion).

وفي تلك التحقيقاتِ، كان النهج لتكوين الشبكةِ العصبيةِ من خلالِ التجربةِ اليدويةِ، وفي نهايةِ المطافِ اختيرِ (Elman ANN).

الميزةُ الرئيسيةُ للحلولِ العصبيةِ هي أنها توفرُ التشغيلَ الآليَّ في اختبارِ العديدِ من تكويناتِ (ANN)، بحيثُ يمكنُ اختيارُ الشبكةُ المُثلى. وفي تحقيقات أحدث باستخدامِ (إنفينيتي)، تم دراسةِ التنبؤِ الشهريِّ للأمطارِ في عدةِ مناطقَ في شرقِ أستراليا، ووجدنا أنه في كلِ حالةٍ تمتْ دراستُها حتى الآن، أن التكوينَ الذي تمَّ اختيارُه (ANN) هو احتماليٌّ.

قد تمَّ العثورُ أيضًا على الاختيارِ الآليِّ الاحتمالي من (ANN) باستخدام "إنفينيتي" بعد اختبارِ تكويناتٍ بديلةٍ مختلفةٍ مع التحقيقِ الحاليِّ، وقد تمَّ تشغيلُ جميعِ التوقعاتِ مع

مجموعةٍ كاملةٍ من السماتِ، بما في ذلك هطولُ الأمطارِ المحليةِ، وتخلّفتْ كلٌّ منها بزياداتٍ شهريةٍ، لمدةٍ تصلُ إلى اثني عشرَ شهرًا.

إنّ مفهومَ التأخيرِ والرصاصِ مُهمّان في التنبؤِ بالمطرِ، ويمكنُ تعريفُ الفاصلِ الزمنيِّ على أنه الفترةُ الزمنيةُ بين القيمةِ الحاليةِ للمعلمةِ، والمعلمةِ نفسها لبعضِ الوقتِ في الماضي، يمكنُ تعريفُ فترةِ الرصاصِ على أنها الفترةُ الزمنيةُ بين القيمةِ الحاليةِ للمعلمةِ والمعلمةِ نفسها لبعضِ الوقتِ في المستقبلِ.

تمَّ تمديدُ فترةِ التخلفِ اثني عشرَ شهرًا، في حينِ تمَّ تمديدُ الخيوطِ (التي تمثلُ فترةَ التوقعاتِ) لمدة (1 و3 و6 و9 و12 و18) شهرًا بالنسبة إلى قيمةِ تيارٍ معينةٍ، وتمَّ اختبارُ موثوقيةِ التنبؤاتِ(ANNS) احتماليةً لأولِ مرةٍ عن طريقِ تشغيلِ سبعِ تجاربَ مماثلةٍ لمدينة (ناروغين) في كلِ مرةٍ للسماح لبرامجِ "ما لا نهاية" بالعثورِ على أفضلِ نموذجٍ لمدينة (ناروغين) في قيادةٍ لمدةِ ستةِ أشهرٍ، في حينِ أنّ اختيارَ السماتِ المستخدمةِ من قِبل "ما لا نهاية" للوصولِ إلى الحلِّ النهائيِّ يختلفُ إلى حدٍّ ما بينَ التجاربِ، وقد كان هناك اختلافٌ بسيطٌ في مهارةِ التوقعِ الشهريِّ لمدينة (ناروغين) لفترةِ الاختبارِ من يوليو 2004 إلى يونيو 2014 (r = 0.73 ± 0.01).

قد تمَّ استخدامُ هذه التقنيةِ نفسِها للتنبؤِ بالتساقطاتِ الشهريةِ للأمطارِ في كلٍّ من "ناروغين" و"الصليب الجنوبي" و"ميريدين" لمدة (1 و3 و6 و9 و12 و18) شهرًا، وذلك لفترةِ الاختبارِ من (10) سنوات من يوليو 2004 إلى يونيو 2014، وتمَّ تقسيمُ البياناتِ إلى تدريبٍ (70٪)، وتقييمٍ (20٪) ومجموعاتِ اختبارٍ (10٪)، ولم يتم استخدامُ مجموعةِ الاختبارِ في التدريبِ على الشبكةِ، ولكنها كانت مهمةً في اختيارِ النموذجِ النهائيِّ، ثم تمَّ استخدامُ معاملاتِ ارتباطِ "بيرسون" (r) وخطأ الوسطِ المطلقِ (MAE) وخطأ متوسطِ الجذرِ (RMSE) لمقارنةِ مهارةِ توقعاتِ هطولِ الأمطارِ من أفضلِ نموذجٍ لكلِ تشغيلٍ لـ (ANN)مقابلَ هطولِ الأمطارِ الشهريةِ المرصودةِ لفترةِ الاختبارِ، من يوليو 2004 إلى يونيو 2014، ونظرًا لأنّ إجمالي معدلِ هطولِ الأمطارِ السنويِّ يختلُف عبرَ المواقعِ، من أجل مقارنة (RMSE)و (MAE)عبرَ المواقعِ، فمن الضروريِّ تطبيعُ الاختلافاتِ في هطولِ الأمطارِ.

في هـذه الدراسـةِ تـمَّ التطبيـع فقـط لــ (RMSE) بتقسـيم قـيم (RMSE) مـن خـلالِ متوسطِ هطولِ الأمطارِ شهريًا لكلِ موقعٍ يولدُ (RMSE)عادي، وقد تـمَّ العثـورُ عـلى مهـارةِ التنبؤِ لتكونَ أقـلَ، وأكـثرَ تنوعًـا، في "ميريـدين" و"الصـليب الجنـوبي" كـما تقـاس مـن خـلالِ (RMSE)تطبيع، وبالتالي، فقد تقَّررَ أيضًـا استكشـافُ التبـاينِ في التنبـؤاتِ في السـبعةِ أشـهرٍ التي تؤدي إلى "ميريدين" و"الصليب الجنوبي".

على الرغمِ من عدمِ وجودِ موسميةٍ حقيقيةٍ في (ناروغين) خلالَ فترةِ الاختبارِ مـن يوليـو 2004 إلى يونيـو 2014، إلا أن نمـاذجُ (ANN) قـد ولَّـدتْ احتماليـةً دقيقـةً بشـكلٍ مـدهشٍ وتوقعاتِ (sisted)من القممِ والأحواضِ في هطولِ الأمطارِ الشهريةِ قبلَ سـتةِ أشـهرٍ مقـدمًا، وتوقعَت حدوثَ الأمطارِ غير المألوفةِ والغزيرة في ديسمبر 2011 مع مستوىً عالٍ من المهارةِ.

كما تمَّ التنبؤُ بأشهرٍ أخرى مع هطولِ أمطارٍ غزيرةٍ، بما في ذلك مايو 2005، يوليو 2007، يونيو 2009 وسبتمبر 2013.

بعضٌ من المبالغةِ في تقديرها، في حين أن البعضَ الآخـرَ يقلـل مـن هـذه الأحـداثِ، مـع توقعاتٍ أكثرَ دقةً (ص = 0.80، RMSE = 19.4، MAE = 14.7) ولـدت مـن خـلالِ حسـابِ المتوسطِ الناتجِ الشهريِّ من سبعةِ أشواطٍ.

هذا التوقعُ التجميعيُّ كان عنده درجةُ مهارةٍ أفضلَ من متوسط سبعةِ أشواطٍ فرديةٍ في الرصاص ستةِ أشهر ($r = 0.80$ مقابل $r = 0.73$) بالإضافةِ إلى أفضلَ من أيٍّ من عملياتِ التنبؤِ الفرديةِ.

وقد تم حسابُ علمِ المناخِ باستخدامِ متوسطِ هطولِ المطرِ الشهريّ على المـدى الطويـلِ في موقع (BOM)لهذا الموقعِ، ولاحظت هطولَ الأمطارِ شهريًا لفترةِ الاختبارِ من يوليو 2004 إلى يونيو 2014. ثم تم حسابُ وسائلِ المجموعةِ من خلالِ حسابِ المتوسطِ لكلِ شهرٍ بالنسبةِ للنماذجِ المذكورةِ فترةَ الاختبارِ، وكـذلك اسـتخدامُ هطـولِ الأمطـارِ الشـهريةِ المرصـودةِ لفـترةِ الاختبارِ.

تنخفضُ مهارةُ التنبؤِ الشهريِّ للأمطارِ من GCM عادةً من وقتٍ واحدٍ إلى ثلاثـةِ أشـهرٍ، في المقابلِ كانت التوقعاتُ قبل ثمانية عشرَ شهرًا من ANN هي الأكثرُ مهارةً قياسًا من حيـث أعلى ارتباط لـ "بيرسون" وأقل من (r = 0.77) RMSE، (RMSE = 21.2).

كانت هذه التوقعـاتُ قـادرةً عـلى التنبـؤِ بشـكلٍ غـيرِ موسـميٍّ شـهرَ ينـايرِ الرطـبِ في (ناروغين) في عامي 2006 و2011. هذه النتيجـةُ المضـادةُ بديهيـةٌ تشـيرُ إلى أن تنبـؤَ هطـولَ الأمطارِ الشهريةِ في مكانٍ ما يصل إلى ثمانية عشرَ شهرًا مقدمًا لـ (ناروغين)، وأنّ الاختلافاتِ في عرضِ البياناتِ المُدخلةِ المرتبطةِ فتراتٍ زمنيةً مختلفةً (أي ستةِ أشهرٍ مقابل ثمانية عشرَ شـهرًا) هي قيدٌ أكثرَ أهميةً على مهارةِ توقعاتِ ANN.

كان ثنائي القطب المحيط الهندي الذي تم قياسـه مـن قبـل DMI، هـو السـمة التاليـة الأكثر أهمية باستمرار، حيث ساهم بنسبة تتراوح بين 14-15٪ في المتوسط من المهارة، ولكـن مع هذه المساهمة تتراوح من 8-20٪ للتشغيل الفردي.

كانت مسـاهمة Niños وSOI أكـثر تنوعًـا، ولكـن في المتوسـط سـاهمت بنسـبة 12.8 و8.2٪ إلى 7 عمليـات تنبـؤات لمـدة 6 أشـهر الرصـاص، و7.5 و13.6٪ إلى أشـواط واحـدة في أوقات الرصاص متغير، على التوالي.

إن الطرح العام الأولي أسهم بمتوسط أقل من 3 في المائة لمهارة التنبؤات. في حين أظهرت توقعات ANN لـ (ناروغين)، مهارة كبيرة في توقع القمم والأحواض في هطول الأمطـار شـهريًا للفترة من يوليو 2004 إلى يونيو 2014 بما في ذلك أعنف أحداث هطول الأمطار، لم يكن هـذا هو الحال بالنسبة إلى "ميريدين".

في "ميريدين"، فشلت كل من الجولات السبع في الخيوط التي مدتها ستة أشهر في التنبؤ في أثنين من أحداث الأمطار، في يناير 2006 ونوفمبر 2012.

أما بالنسبة (ناروغين)، فقد تم تحقيق توقعات شهرية أفضل للأمطار في الرصاص خـلال 6 أشهر من خلال حساب المتوسط الشهري للإنتاج الفردي، وحسـاب قيمـة للمجموعـة، r = 0.72.

ولكن حتى هذه المجموعة لم تظهر أي مهارة في التنبؤ بالأشهر الرطبة بشكل استثنائي. أعطى المتوسط من 7 أشواط ارتباط بيرسون من 0.58. الفرد في المدى المتوقع 1 و3 و6 و9 و12 و18 شهرا فشلت أيضا في توقع هذه الفترات من الأمطار الغزيرة.

أسوأ عملية فردية، التي كانت في فترة زمنية محددة من 12 شهرًا، مع ارتباط بيرسون بـ 0.49، كان أفضل من علم المناخ عند 0.32.

متوسط مجموعة 6 تشغيل في 3 و6 و9 و12 و18 شهرا أعطى درجة أفضل من متوسط مجموع 7 أشواط في 6 أشهر الرصاص.

أما بالنسبة للمجموعة على أساس الرصاص لمدة 6 أشهر، وهذا لم تتوقع توقعات الأشهر الرطبة بشكل استثنائي، ولكن كان لديها أفضل درجة مهارة عامة.

في حين لم يكن متوقعا اثنين من أكثر الشهور الممطرة في فترة التنبؤ بعشر سنوات، فإن نماذج ANN تنبأت باستمرار في يونيو 2007، ويوليو 2008، 2009 و2010. تتنبأ نماذج ANN باستمرار بالمطر الغزير غير الموسمي في يناير 2011 من 70.2 مليون متر مكعب.

تماشياً مع (ناروغين)، كانت درجات الحرارة المحلية في الغلاف الجوي هي الأهم بالنسبة للمدخلات تليها ثنائي القطب المحيط الهندي.

في حالة أسوأ قياس التوقعات (د) من حيث ارتباط بيرسون، وهو الرصاص الذي دام 12 شهراً، ساهمت مؤسسة دبي للإعلام بنسبة 34.8٪ لمهارة التوقعات.

في الصليب الجنوبي، كما في ناروغن وميريدين، تم تحقيق أفضل التوقعات من قبل.

يؤدي إعداد المخرجات الشهرية من التنبؤات التي تبلغ 6،9،12 و18 شهراً إلى إنشاء توقعات تتضمن أعلى ارتباط بيرسون وأدنى RMSE وMAE، توقعات لمدة 6 أشهر، ولكن مع درجة مهارة أفضل من المجموعة التي تم إنشاؤها من السبعة على السبعة أشهر، أو أي من التشغيل الفردي.

الجمع بين الركض السبعة في فترة الأشهر الستة مع تشغيل الفردي 9 و12 و18 شهرًا لا يحقق درجة مهارة أفضل، في حين أن الارتباطات بيرسون لمجموعات للصليب الجنوبي هي ريبورلي ريبيرل لتلك التي تحققت ل (ناروغين).

وبالتفتيش البصري يشير الناتج إلى أن التوقعات ليست ماهرة، وهذا يتوافق مع RMSE المعدل الأعلى للصليب الجنوبي وميريدين، بالنسبة إلى Narrogin، بينما بالنسبة لـ Narrogin فإن ANN تنبأ بنجاح بأشهر الشهور فترة 10 سنوات، في الصليب الجنوبي لم يكن هذا هو الحال.

أيضا في الصليب الجنوبي، كان هناك تقلب كبير في الفردي الفردية. على سبيل المثال، أول تشغيل مع التنبؤ بالرأس الزمني لستة أشهر فقط 9 ملم لشهر ديسمبر 2011، بينما توقع المدى الثالث 118 mms.

ومع ذلك، كانت النتائج التي توصلت إليها منظمة ANN أفضل من علم المناخ الذي يشير إلى أن هطول الأمطار شهريًا في Southern Cross هو أمر غير منتظم تاريخياً.

في Southern Cross، قام ANN بعمل جيد بشكل مدهش للتنبؤ بانخفاض هطول الأمطار في الشتاء لعامي 2006 و2007.

في Southern Cross، كانت Niños 4 مدخلات أكثر أهمية باستمرار تساهم من 11 إلى 33٪ لمهارة التوقعات، بمتوسط 25٪.

لا تزال درجات الحرارة في الغلاف الجوي ودرجة DMI مهمة المساهمة بنسبة 21٪ و16 ٪ على التوالي.

الفصل

الثاني عشر

جوانب تطبيقية

لنظم الذكاء الاصطناعي

ويشتمل هذا الفصل على النقاط التالية:

- ✓ أولاً: الإدراك والتعرف على الأنماط
- ✓ ثانياً: تمثيل المعرفة
- ✓ ثالثاً: حل المشكلات
- ✓ رابعاً: التفكير
- ✓ خامساً: صنع القرار
- ✓ سادساً: التخطيط
- ✓ سابعاً: معالجة اللغات الطبيعية (NLP)
- ✓ ثامناً: التلاعب والتحركات
- ✓ تاسعاً: الذكاء الاجتماعي، الذكاء العاطفي

الفصل الثاني عشر

جوانب تطبيقية
لنظم الذكاء الاصطناعي

فيما يلي ستتم مناقشة العديد من الجوانب التطبيقية لأنظمة الذكاء الاصطناعي على أساس القدرات المعرفية البشرية بعد تحليل نماذج علم النفس من الذكاء.

أولاً: الإدراك والتعرف على الأنماط:

إن السلوك الذكي يعتمد على إدراك العالم الخارجي إلى حد ما، على الرغم من أن الإنسان يقوم بعملية الإدراك بمساعدة الحواس الخمس، أي البصر والسمع والذوق والشم واللمس، إلا أن الحاستين الأوليين فقط يتم محاكاتهما في معظم أنظمة الذكاء الاصطناعي.

من الناحية الفنية، يتم التعامل مع كل من الصوت والصورة بإشارات واحدة أو ثنائية الأبعاد، ففي أنظمة الذكاء الاصطناعي، تنقسم مهمة إدراك الصوت أو الصورة إلى مرحلتين رئيسيتين:

المرحلة الأولى بتلقي إشارة مقابلة بمساعدة جهاز حسي (على سبيل المثال، كاميرا أو ميكروفون)، وتجهيزها مسبقًا، وترميزها بتنسيق معين، والطرق المستخدمة في هذه المرحلة

تنتمي إلى المجالات التقليدية لعلوم الكمبيوتر مثل نظرية معالجة الإشارات ونظرية معالجة الصور، وقد تم تطوير كلا النظريتين بشكل ملحوظ، والنصف الثاني من القرن العشرين، أصبح يسمح لنا بتطبيق الأنظمة التي تفوق البشر في بعض جوانب الإدراك الحسي،

المرحلة الثانية من الإدراك، يتم فيها تناول المعلومات الحسية بشكل كامل، حيث يمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي استخدام طرق تنتمي إلى ثلاث مجموعات من النماذج، وهي تحديد نمط التعرف، والشبكات العصبية، والتعرف على نمط المحتوي.

دعونا نلاحظ أيضا أنه في هذه المجالات تم تطوير الكثير من التقنيات الفعالة، وتعتبر أنظمة التعرف الضوئي على الأحرف (OCR) وأنظمة الرؤية الخاصة بالروبوتات الصناعية وأنظمة التحكم في الجودة البصرية في الصناعة وتحليل الصور الملتقطة بالأقمار الصناعية وأنظمة تحديد الأهداف العسكرية وأنظمة الصور الطبية بعض الأمثلة على التطبيقات العملية لهذه الأنظمة.

وفي الآونة الأخيرة تم إجراء البحوث في بناء النظم التي تكون غير قادرة فقط على التعرف على الأشياء، ولكن أيضا لفهم (وتفسير) تلك التقنيات، فإن فهم الصورة مفيد بشكل خاص في مجال التشخيص الطبي المتقدم.

إن التعلم التلقائي هو وظيفة أساسية لأنظمة التعرف على الأنماط، وفي حالة التعرف على الأنماط الكلاسيكية والشبكات العصبية، تحتوي النماذج على تقنيات تكيفية للتعلم. من ناحية أخرى، في الاعتراف بنمط المحتوي، تعد مسألة التعلم الذاتي للنظام أكثر صعوبة، حيث أنها تتعلق بمشكلة القواعد النحوية الرسمية.

في هذا المجال لا تزال البحوث في مرحلة أولية، وتتعلق المشكلة الثانية بالتكامل الذكي للمعلومات المرسلة من قبل العديد من الأجهزة الحسية في نفس الوقت (مثل الكاميرا والميكروفون) من أجل الحصول على إحساس تركيبي، سوف نعود إلى هذه المشكلة في الفصل التالي.

ثانياً: تمثيل المعرفة:

كانت مشكلة تمثيل المعرفة الكافية حاسمة منذ بداية التطورات في مجال الذكاء الاصطناعي، حيث يجب أن يكون النظام الذكي قادرًا على التكيف مع بيئته، بالتالي، ينبغي أن يكون قادر على اكتساب المعرفة التي تصف هذه البيئة (المعرفة التقريرية)، فقد تم تخزين هذه المعرفة في شكل يسمح باستجابة سريعة وكافية (ذكية) لأي حافز تولده البيئة، ويجب تخزين أنماط هذه الردود، والمتمثلة في المعرفة الإجرائية. في النظام أيضًا يمكن تعريف تصنيف نماذج تمثيل المعرفة وفقًا لمعايير أساسية هي: شكل تمثيل المعرفة وطريقة الحصول على المعرفة وفقا للمعايير الأولى.

ويمكن تقسيم نماذج تمثيل المعرفة إلى المجموعات التالية:

- نماذج تمثيل المعرفة الرمزية المصاغة بطريقة واضحة: إن النماذج الأساسية لهذه المجموعة، أي الرسوم البيانية التبعية المفاهيمية، والشبكات الدلالية، والنصوص قد تم تقديمها من قبل علماء النفس روجر شانك، ألان إم كولينز، وروبرت بي أبلسون، على التوالي. فحيثما تكون المعرفة الإجرائية، فإن الأنظمة القائمة على القواعد هي نموذج التمثيل الأكثر شعبية. ومن التمثيلات المحددة لمثل هذه المعرفة، على سبيل المثال، القواعد النحوية الرسمية، والتمثيلات القائمة على المنطق الرياضي، والنماذج في أنظمة الاستدلال، والمخططات في أنظمة التفكير المستندة إلى الحالة.
- نماذج تمثيل المعرفة الرمزية المصوغة بطريقة غامضة. تستخدم هذه النماذج إذا كانت المفاهيم التي تشكل أساس نموذج التمثيل غامضة، أو غير دقيقة، مثل شبكات بايزي، نماذج مبنية على مجموعات غامضة، نماذج مبنية على مجموعات خشنة تم إدخالها في (Chaps. 12)وعدة أمثلة جيدة لهذه النماذج.
- نماذج تمثيل المعرفة المصاغة بطريقة ضمنية. يتم تطبيق هذا النموذج إذا تم تمثيل المعرفة بطريقة رقمية، ومن المعتاد لطرق التعرف على الأنماط والشبكات العصبية، مثل هذه التمثيلات هي شكل مجموعات تتألف من نواقل، ومجموعات من المعلمات (في التعرف على الأنماط)، وناقلات الوزن (في NNs).

- تمثيل المعرفة يعني التمثيل بطريقة ضمنية أنه ليس لدينا القدرة على الوصول إلى هذه المتجهات أو المعلمات، حتى لو قرأنا هذه الأعداد من الأرقام، لم نتمكن من ربطها بمعنى المعرفة المشفرة بهذه الطريقة. وبعبارة أخرى، لا يمكننا تفسيرها من حيث وصف المشكلة، فعندما يتعلق الأمر بالمعيار الثاني، أي طريقة الحصول على المعرفة.

يمكن تقسيم نماذج التمثيل إلى المجموعتين التاليتين:

- النماذج التي يمكن اكتساب المعرفة فيها تلقائيًا بواسطة النظام: حيث تنتمي نماذج تمثيل المعرفة المصاغة بطريقة ضمنية إلى هذه المجموعة، ويمكن لكل من أساليب التعرف على الأنماط والشبكات العصبية أن تكون ذاتية التحديد في حالة تقنيات التعلم غير الخاضعة للإشراف، للتعرف على الأنماط، نستخدم التحليل العنقودي، وفي حالة تمثيلات رمزية يتم تنفيذ هذا التعلم عن طريق الحث، على سبيل المثال الحث النحوي في التعرف على نمط نحوي.
- النماذج التي يتم تعريف تمثيل المعرفة وإدخالها في النظام من قبل مهندس المعرفة. معظم نماذج تمثيل المعرفة التي صيغت بطريقة واضحة تنتمي إلى هذه المجموعة، ويكون تلخيص الاكتساب التلقائي للمعرفة في النماذج القائمة على المعرفة الرمزية هو القضية الحاسمة في هذا المجال، والمفهوم التلقائي هو المشكلة الرئيسة هنا ولم يتم حلها بطريقة مرضية حتى الآن.

ثالثاً: حل المشكلات:

يتمثل مجال حل المشكلات كأبحاث في بناء الطرق العامة التي يمكن استخدامها لحل المشاكل العامة، ونظام تحديد المواقع، هو مثال جيد على هذا المجال من الذكاء الاصطناعي، لكن لم يتحقق حلم الباحثين لبناء مثل هذا النظام حتى الآن، ولذلك، تم تقسيم هذه المشكلة إلى مجموعة متنوعة من المشاكل الثانوية مثل التفكير واتخاذ القرار والتخطيط، وما إلى ذلك.

وبالعودة إلى مشكلة بناء حل المشاكل بشكل عام، دعونا نلاحظ أن طرق البحث

عن مجريات الأمور وتمديدها في شكل الحوسبة التطورية هي مرشحة جيدة لهذا الغرض. ومع ذلك، فإن الأنظمة القائمة على استراتيجية البحث لا تحل المشاكل بطريقة مستقلة، ولكن بالتعاون مع مصمم بشري. دعونا نلاحظ أن هناك مرحلتين لحل المشكلات بمساعدة استراتيجية بحث، وهما:

- مرحلة بناء نموذج تجريدي للمشكلة.
- مرحلة من البحث في مساحة الدولة.

طرق البحث عن مساحة الدولة تهم فقط المرحلة الثانية، ويتم تنفيذ المرحلة الأولى من قبل مصمم بشري، ويبدو أن تطوير طرق تسمح لنظام ذكي اصطناعي لإنشاء نموذج تجريبي مستقل للمشكلة على أساس التصور (الملاحظة) للمشكلة هو واحد من أكبر التحديات في مجال محاكاة القدرات المعرفية / العقلية.

رابعاً: التفكير:

تعمل أنظمة الذكاء الإصطناعي على أكمل وجه، حين يتعلق الأمر بالاستدلال الاستنتاجي، وهو نوع من الاستدلال المبني على أساس قاعدة عامة معينة (قواعد) وفرضية، ونستنتج استنتاجا يدل على أن الأنظمة التي تعتمد على المنطق الرياضي هي أفضل الأمثلة على هذا المنطق.

لقد أدخلنا نموذجين أساسيين لبناء مثل هذه الأنظمة، وهما منطق النظام الأول وحساب لامدا، إلا أن الأنظمة المستندة إلى القواعد هي واحدة من الأنواع الأكثر شعبية من نظم الاستدلال، يتم تطبيقها في الأعمال التجارية، الأدوية، الصناعة، الاتصالات، والنقل ... إلخ.

في حالة تعاملنا مع المعرفة غير الكاملة أو المفاهيم غير الواضحة، فإن أنظمة الذكاء الاصطناعي المستندة إلى المنطق غير المونوتونيك الذي يتم إدخاله، ويتم بناؤها أو نطبق منطق غامض.

لكن في الواقع، يمكن التعامل مع الحوسبة التطورية كنسخة فعالة من استراتيجية البحث.

وهكذا، في الذكاء الاصطناعي في مجال التفكير الاستنتاجي، نحن قادرون على محاكاة القدرات البشرية بشكل أفضل مما في حالة القدرات المعرفية / الذهنية المتبقية.

وينتج عن التطور الديناميكي للنماذج الرياضية والمنطقية في الفترة التي سبقت ولادة الذكاء الاصطناعي، لكن هذا يتعلق بشكل خاص بالتطور الممتاز للمنطق الرياضي في النصف الأول من القرن العشرين، وقد استخدمت نماذجه بنجاح لتحديد خوارزميات فعالة للاستدلال

خامساً: صنع القرار:

كان دعم عملية صنع القرار أحد التطبيقات الأولى لأنظمة الذكاء الاصطناعي، حيث يتم استخدام النهج الطبيعي القائم على محاكاة الخطوات المتتالية في عملية اتخاذ القرار من قبل خبير بشري في الأنظمة القائمة على القواعد الخبيرة، وقد تم تقديم مثال بسيط لمحاكاة عملية اتخاذ القرار.

ومن أجل تطبيق مثل هذا النهج، يجب أن يتم تقديم المعرفة الواضحة في شكل قواعد تمثل قرارات جزئية والتي يمكن استخدامها في أي سيناريو منطقي من قبل خبير بشري، هذه القواعد هي الأساس لبناء نظام خبير، لكن في حالة عدم توفر هذه المعرفة، يمكن استخدام منهج قائم على التعرف على الأنماط أو الشبكات العصبية، ثم نبني مواصفات عامة لمشكلة بمساعدة ميزات عددية.

وتتميز المشكلة عن طريق ناقل القيم العددية، ثم إن إمكانية موازنة مجموعة القرارات المحتملة مع مجموعة الفئات التي تحددها متجهات مجموعة التعلم هي شرط لاستخدام مثل هذا النهج.

إذا طبقنا نهجًا قائمًا على التعرف على الأنماط لإنشاء نظام يدعم اتخاذ القرار، فإن التعرف على الأنماط الإحصائية باستخدام مصنف بايز يمكن أن يكون مناسبًا بشكل خاص. في مثل هذه الحالة، لا يقترح النظام قرارًا واحدًا بطريقة حتمية، لكنه يقترح عدة قرارات محتملة، مع تعيين تدابير احتمالية لها.

يمكننا تعميم مصنف باييس بافتراض أنه في حالة اتخاذ قرارات خاطئة تكون هناك عواقب مختلفة مع تكاليف مختلفة لخطأ ما، فيتم استخدام وظيفة تكلفة الخطأ مع الاحتمال الخلفي لتحديد وظيفة المخاطر المقابلة لمختلف القرارات، لكن بطبيعة الحال، يحاول المصنف باييس التقليل من وظيفة المخاطرة، ثم إذا كان من الممكن تقسيم عملية اتخاذ القرار إلى مراحل، فيمكننا تطبيق المصنف بناءً على أشجار القرار، الذي تم عرضه في حال كان علينا حل مشكلة القرار على أساس المعرفة غير المؤكدة أو غير الدقيقة أو غير المكتملة، على سبيل المثال، شبكات بايز أو نظرية الجسد ديمبستر، إذا تم وصف مشكلة قرار بمفاهيم غامضة، ثم أنظمة غامضة المستندة إلى القواعد المقدمة في (Chap. 13)، أو أنظمة هجينة مبنية على نظرية المجموعات المبهمة والاعتبارات القائمة على النموذج، يمكن استخدامها في نهاية القرن العشرين حيث تم تطوير طرق فعالة لصنع القرار على أساس النماذج المتقدمة لنظرية القرار، في نظرية اللعبة، ونظرية المنفعة يتم تطبيق أنظمة دعم القرار في مجالات التطبيق، وتشمل مجالات التطبيق النموذجية، على سبيل المثال، الاقتصاد والإدارة والطب والدفاع الوطني والسيطرة على المعدات الصناعية.

سادساً: التخطيط:

يتكون التخطيط من تحديد عدة تسلسلات من الأنشطة التي ينبغي أن تؤدي إلى تحقيق هدف محدد مسبقا، ويبدو أن محاكاة هذه القدرة العقلية صعبة للغاية، فيحتوي التخطيط على عنصر حاسم في التنبؤ بالعواقب (النتائج) لاتخاذ إجراءات معينة.

هذه المهمة صعبة بشكل خاص إذا تم تنفيذها في وضع الوقت الحقيقي وفي بيئة متغيرة، وهو أمر نموذجي في التطبيقات العملية. بعد ذلك، يجب على النظام أن يعدل (بسرعة) الخطة التي تم إنشاؤها بالفعل، من أجل مواكبة البيئة المتغيرة، ويمكن أن تستند أساليب التخطيط على مخطط للبحث في الفضاء الخارجي.

تمثل الحالة النهائية هدفًا يجب تحقيقه كنتيجة لتسلسل من الأنشطة، ويتم تعريف الأنشطة المحتملة بواسطة مشغلي الانتقال في مساحة الولاية، وتمثل الدول نتائج تنفيذ هذه الأنشطة. ومع ذلك، فإن تحديد هذه النتائج الوسيطة يمثل مشكلة حاسمة.

على سبيل المثال، في حالة استخدام استراتيجية بحث للمشكلات المتعلقة بالقطع الأثرية، مثل الألعاب المختلفة، فإن التنبؤ بنتائج الأنشطة أمر بسيط. على سبيل المثال، إذا كان نظام لعب الشطرنج يتخذ قرارًا بتحريك الخطوة Ra5-h5، فإن نتيجة هذا النشاط تكون واضحة، بمعنى، يتحرك الرخ من a5 إلى h5.9 وفي هذه الحالة تنشأ إمكانية التنبؤ بنتيجة النشاط من القواعد الدقيقة في "عالم الشطرنج".

ومع ذلك، إذا كان النظام يعمل في العالم الحقيقي، فإن عواقب أداء النشاط لا يمكن في بعض الأحيان تحديدها. على سبيل المثال، إذا قال شخص ما شيئًا غير سارٍّ، يمكنني التخطيط لنشاط القيام به، مثل هذا النشاط لا يمكن التغاضي عنه في تخفيف التوتر، وهو هدف نشاطي. ومع ذلك، يمكن أن يؤدي أيضا إلى مزيد من العدوان اللفظي، إذا تم التعامل مع نكتة كما تظهر عدم الاحترام الخصم تومي. وبالتالي، فإن التنبؤ بعواقب الأنشطة المخطط لها مسألة صعبة للغاية.

أحيانًا يرتبط التخطيط في العالم الواقعي ببعض الظروف، أو الوقائع، أو المواقف التي تحد من إمكانية نشاطنا من حيث الزمان والمكان وغير ذلك من الشروط المتعلقة ببدنية العالم والتفضيلات المتعلقة بطريقة تحقيق الهدف، وبعد ذلك، يمكن التعبير عن مشكلة التخطيط باعتبارها مشكلة الرضا بالقيد CSP الذي تم تقديمه في (Sect. 4.5). في مثل هذه الحالة، يمكن أن تستند استراتيجية التخطيط إلى إحدى طرق البحث في CSP، وتعتبر مشاكل التخطيط في مجال الذكاء الاصطناعي مهمة جدا، بسبب تطبيقاتها العملية المختلفة. لذلك، تم في الآونة الأخيرة تحديد العديد من الطرق المتقدمة التي تعتمد على نماذج مثل المنطق الزمني، والمنطق الدينامي، وحساب الحالة، والجبر الفاصل.

نستخدم مصطلح التسلسل في تعريف مهمة التخطيط. ومع ذلك، يمكن أن تكون معقدة من الأنشطة، والتي تتكون من العديد من تسلسلات النشاط التي يتم تنفيذها بطريقة متوازية مع التخطيط في العالم الواقعي، ويمكن توسيع هذا المخطط إلى الحوسبة التطورية المقدمة في الفصل الخامس.

سابعاً: معالجة اللغات الطبيعية (NLP):

ينبغي تقسيم مجال البحث في معالجة اللغات الطبيعية NLP إلى اثنين من المناطق الفرعية. تتضمن أول منطقة فرعية المشكلات التي يمكن حلها عن طريق تحليل لغة على المستوى النحوي (والمفردات). على سبيل المثال، فإن التدقيق اللغوي للنص، واستخلاص المعلومات من النص، والتلخيص التلقائي، والتعرف البصري على الأحرف (OCR)، وتوليف الكلام (على أساس النص)، وأنظمة حوار الأسئلة والأجوبة البسيطة، وما إلى ذلك مما تنتمي إلى هذه المجموعة، في حين تحتوي المنطقة الفرعية الثانية على مشاكل يمكن حلها عن طريق تحليل لغة على المستوى الدلالي. على سبيل المثال، تنتمي إلى هذه المجموعة الترجمة التلقائية من لغة طبيعية إلى لغة طبيعية أخرى، وفهم الكلام / النص، وأنظمة التواصل اللفظي بين الإنسان والكمبيوتر، وما إلى ذلك. وقد تم إدخال هذا التقسيم لأنه في الوقت الحاضر فقط، لأن المشاكل التي تنتمي إلى المجموعة الثانية تمثل تحديا في الذكاء الاصطناعي.

نظرية تشومسكي لقواعد النحو المدخلة هي نموذج مرجعي في هذا المجال. لكن على الرغم من أن نموذج تشومسكي يتم انتقاده في بعض الأحيان في مجال البرمجة اللغوية العصبية، لأنه لم يستوف جميع توقعات الباحثين في البرمجة اللغوية العصبية، فإنه عادة ما يكون نقطة الانطلاق لتحديد نماذج البرمجة اللغوية العصبية، على سبيل المثال، قياسات التحول، فقرة محددة القواعد النحوية، وشبكات الانتقال المعزز، وفي نهاية القرن العشرين تم تطوير مقاربة إحصائية لتحليل اللغة.

إنه يستفيد من النص corpora، وهي مجموعات مرجعية كبيرة من النصوص في لغة معينة، ويشير النظام إلى مجموعة نصية أثناء تحليل النص بمساعدة نماذج عشوائية من أجل تحديد الخصائص الإحصائية للنص، والتي تتعلق، على سبيل المثال، بالسياقات المحتملة التي تحدث فيها كلمة ما، والاستخدامات الممكنة لعبارة معينة في النص.

يتكون نهج آخر من استخدام نموذج قواعد اللغة التوليدية مع نظرية الاحتمالات، مما يؤدي إلى تحديد قواعد النحو العشوائية والأوتوماتيكية العشوائية. هذا النموذج يعادل نموذج سلسلة ماركوف، والذي يستخدم أيضًا في الطرق المتقدمة للبرمجة اللغوية

العصبية، في النماذج المذكورة أعلاه، ويفترض بناء جملة كنقطة انطلاق لتحليل اللغة، مثل هذا النهج في بعض الأحيان لا يكفي في حالة حدوث مشاكل في أي مفهوم ضروري.

ثم من أجل تفسير دلالات الجمل بطريقة سليمة، يجب أن يكون لنظام الذكاء الاصطناعي معرفة إضافية في شكل نموذج عالمي، ويمكن حل هذه المشكلة عن طريق تعريف علم الوجود، لكن دعونا نتذكر أن الشبكات الدلالية هي واحدة من أكثر الشكليات شعبية لتعريف الأنطولوجيا.

في التحليل الدلالي المحوسب للغة المحكية، نواجه مشكلة أكثر صعوبة، مثل التواصل، وهو الوظيفة الرئيسة للغة المحكية. من وجهة نظر هذه الوظيفة، فإن الجوانب غير اللفظية للغة مثل التجويد، والتوتر، وما إلى ذلك ضرورية.

ويكشف تمرير رسالة بمعنى محدد عن نية مرسلها، أنها تمر بهذا المعنى بالتشديد على العبارة الصحيحة. ومع ذلك، فإن القدرة على فهم المعنى الصحيح للرسالة على أساس الإجهاد، أو التجويد، وما إلى ذلك تتعلق بالذكاء الاجتماعي، على الرغم من أننا في هذه الحالة نعني الذكاء الاجتماعي الأولي، فإنه من الصعب جدًا دمج هذا النوع من الذكاء في نظام الذكاء الاصطناعي. نخلص من ذلك بأنه يمكن اعتبار معالجة اللغات الطبيعية منطقة متطورة من الذكاء الاصطناعي.

ثامناً: التلاعب والتحركات:

تم تحديد الذكاء الحسي الحركي المتعلق بالتلاعب وقدرات التنقّل في المرحلة الحسية من التطور المعرفي للرضيع (من الولادة إلى تقريباً سن الثانية) من قبل جان بياجيه، وبما أننا لا نتذكر هذه المرحلة من حياتنا بشكل جيد، فإننا لا ندرك صعوبة اكتساب هذه القدرات، وتعتبر محاكاة هذه القدرات واحدة من أصعب المشاكل في الذكاء الاصطناعي، بالمعنى الدقيق للكلمة في علم الروبوتات، وهي منطقة بحثية متعددة التخصصات تستخدم نماذج التحكم الآلي، الميكاترونيك، الميكانيكا، الإلكترونيات، علم التحكم الآلي، وعلوم الكمبيوتر.

أولاً، تعتمد إمكانات التلاعب والحركة لدى الروبوتات (أو الأجهزة المماثلة) بشدة على وظائف الأنظمة الأخرى مثل أنظمة التعرف على التصورات / الأنماط، أو أنظمة حل المشكلات، أو أنظمة التخطيط.

وثانياً، يعتمد التلاعب وقدرات تحريك الروبوتات أيضاً على الإمكانيات التكنولوجية لأجهزة التنفيذ، مثل المستجيبات والمحركات، إلخ.

في هذه الحالة أحيانًا لا نريد محاكاة القدرات البشرية، فعلى سبيل المثال، عندما يتعلق الأمر بالحركة، فإن بعض الحيوانات لديها ميزة واضحة على البشر. لذلك، غالباً ما يتم بناء الروبوتات المتنقلة للعمليات العسكرية أو عمليات البحث والإنقاذ على أساس قدرات تحريك الحشرات (روبوتات هيكسابود)، أو الثعابين (سناكيوتس)، أو الحيوانات ذات الأربعة أرجل (على سبيل المثال، الروبوت الكبير رباعي الأرجل)، وليس الروبوتات المتنقلة الجوية الذكية (الطائرات بدون طيار) والطائرات بدون طيار تحت الماء.

عموما، في مجال صناع التحركات من الروبوتات والأجهزة النقالة حققت إنجازات مذهلة في الآونة الأخيرة، إن قدرات التلاعب في الروبوتات تفوق قدرات البشر في تطبيقات معينة، خاصة إذا كانت الدقة العالية، البراعة اليدوية، أو المقاومة العالية للإجهاد مطلوبة.

إن التلاعب في الروبوتات المجهرية والروبوتات التي تساعد تجارب علم الأحياء المجهرية هي أمثلة جيدة هنا، بطبيعة الحال، فإن هذه الروبوتات هي الجهات الفاعلة (أو المتلاعبين عن بعد) التي يسيطر عليها المشغلون (على سبيل المثال، الجراحين).

كانت هناك نتائج ملحوظة في مجال التلاعب الذكي ويمكن للمرء أن يتوقع المزيد من النجاحات في هذا المجال.

على الرغم من حقيقة أن هناك بعض النتائج المثيرة للاهتمام والرائعة عادة في مجال الروبوتات، ما زلنا ننتظر الروبوتات التي يمكن أن تحاكي الكمان الموهوبين أو راقصة الباليه الأولي.

تاسعاً: الذكاء الاجتماعي، الذكاء العاطفي:

بدأ البحث في محاكاة الذكاء الاجتماعي والذكاء الانفعالي في أنظمة الذكاء الاصطناعي في نهاية القرن العشرين، وهذا يتعلق بالجوانب التركيبية للمشكلة، على سبيل المثال، التعبير عن العواطف بواسطة وجه الروبوت، بالإضافة إلى الجوانب التحليلية، على سبيل المثال، التعرف على المزاج البشري على أساس تجويد الكلام، محاكاة قدرات الإنسان في الجانب التحليلي هي، بطبيعة الحال، أكثر صعوبة.

ومن أجل تحليل تعبيرات الوجه وخصائص الكلام (التجويد، الإجهاد، إلخ) يتم تطبيق أساليب التعرف على الأنماط المتقدمة، وتستخدم الأنظمة القائمة على القواعد لغرض دمج الرؤية والصوت، من المؤكد أن البحث في هذا المجال مهم جدا، حيث يمكن تطبيق نتائجه، جنبا إلى جنب مع الإنجازات في مجال الروبوتات، في الطب، والضمان الاجتماعي، الخ. ويتم التعبير عن الرسائل العاطفية المميزة التي يرسلها البشر عن طريق الإشارات، على سبيل المثال، تعبيرات الوجه بشكل جيد في الوقت الحاضر من قبل منظمة العفو الدولية من تلك الأنظمة، لكن هل ستتمكن الروبوتات من التعرف عليها في حالة عدم وضوح هذه الرسائل؟ يجب أن ننتظر الجواب.

في عام 2010 تم تنظيم المؤتمر الدولي الأول حول إبداع الكمبيوتر في جامعة كويمبرا المرموقة، التي تأسست عام 1290. إن مسألة إمكانية محاكاة الإبداع البشري التي نوقشت خلال المؤتمر مثيرة للجدل حقاً، يبدو أن رؤية مارغريت بودين، التي تميز بين نوعين من الإبداع، يمكن أن تكون مفيدة في هذه المناقشة، إن الإبداع الاستكشافي يتألف من البحث عن مساحة مفاهيمية محددة مسبقا، إلا أننا إذا عملنا على تغيير أو تجاوز مساحة مفاهيمية، فإننا نتعامل مع الإبداع التحولي، فتعتبر محاكاة الإبداع التحويلي في النظم الاصطناعية مهمة صعبة حقاً في مجال الذكاء الاصطناعي، حيث يتم تنفيذ أنظمة الذكاء الاصطناعي الإبداعية لحل المشاكل العامة، وتوليد الموسيقى والفن المرئي، الخ. تستخدم العديد من أساليب الذكاء الاصطناعي مثل البحث في الفضاء، والشبكات العصبية، والخوارزميات الجينية، والشبكات الدلالية، والاستدلال عن طريق القياس لهذه الأغراض.

الفصل
الثالث عشر

مجالات
الذكاء الاصطناعي

ويشتمل هذا الفصل على النقاط التالية:

- ✓ الألعاب
- ✓ معالجة اللغة الطبيعية
- ✓ النظم الخبيرة
- ✓ أنظمة الرؤية
- ✓ تمييز(إدراك) الكلام
- ✓ تمييز الخطوط (التعرف على خط اليد)
- ✓ الروبوتات الذكية
- ✓ ماذا يساهم في الذكاء الاصطناعي؟

الفصل الثالث عشر

مجالات الذكاء الاصطناعي

لقد ساد الذكاء الاصطناعي في مختلف المجالات مثل:

الألعاب:

يلعب الذكاء الاصطناعي دوراً حاسماً في الألعاب الاستراتيجية مثل الشطرنج، والبوكر، وما إلى ذلك؛ حيث يمكن للآلة التي توظف الذكاء الاصطناعي التفكير في عدد كبير من الخيارات المحتملة استناداً إلى المعرفة التجريبية.

الفرق بين البرمجة بدون ومع الذكاء الاصطناعي:

البرمجة بدون الذكاء الاصطناعي	البرمجة مع الذكاء الاصطناعي
يمكن لبرنامج كمبيوتر بدون الذكاء الاصطناعي الإجابة على الأسئلة المحددة التي يهدف إلى حلها.	يمكن لبرنامج كمبيوتر مع الذكاء الاصطناعي الإجابة على الأسئلة المحددة بالإضافة للإجابة على الأسئلة العامة الغير محددة.
التعديل في البرنامج يؤدي إلى التغيير في هيكلها.	يمكن للبرنامج استيعاب التعديلات الجديدة بدون التأثير على الهيكل.
التعديل ليس سريعاً وسهلاً، قد يؤدي إلى التأثير على البرنامج سلبًا.	التعديل على البرنامج سريع وسهل.

معالجة اللغة الطبيعية:

أصبح من الممكن التفاعل مع الكمبيوتر والأنظمة الذكية وجعلها تقوم بمهام مفيدة باستخدام اللغة الطبيعية التي يتحدثها البشر.

النظم الخبيرة:

هي برامج كمبيوتر تستخدم أساليب الذكاء الاصطناعي لحل المشاكل داخل مجال متخصص يتطلب عادة خبرة بشرية. ويوجد حالياً لدى الأنظمة الخبيرة الكثير من التطبيقات التجارية في مجالات متنوعة مثل التشخيص الطبي، هندسة البترول، والاستثمار المالي وغيرها.

أنظمة الرؤية:

هذه الأنظمة تفهم وتفسر وتدرك الإدخال المرئي على الكمبيوتر، فمثلا:

- تأخذ طائرة التجسس صوراً تستخدم في معرفة المعلومات المكانية أو خريطة المناطق.
- الأطباء يستخدمون نظام خبير عيادي لتشخيص المريض.
- تستخدم الشرطة برامج الكمبيوتر التي يمكنها التعرف على وجه المجرم باستخدام الصورة المخزنة التي قام بها فنان الطب الشرعي.

تمييز(إدراك) الكلام:

بعض الأنظمة الذكية قادرة على الاستماع وفهم اللغة من حيث الجمل ومعانيها بينما يتحدث الإنسان معها. كما يمكنه التعامل مع لهجات مختلفة، كلمات عامية، ضوضاء في الخلفية، تغير في نبرة صوت الإنسان بسبب البرودة،...إلخ.

تمييز الخطوط (التعرف على خط اليد):

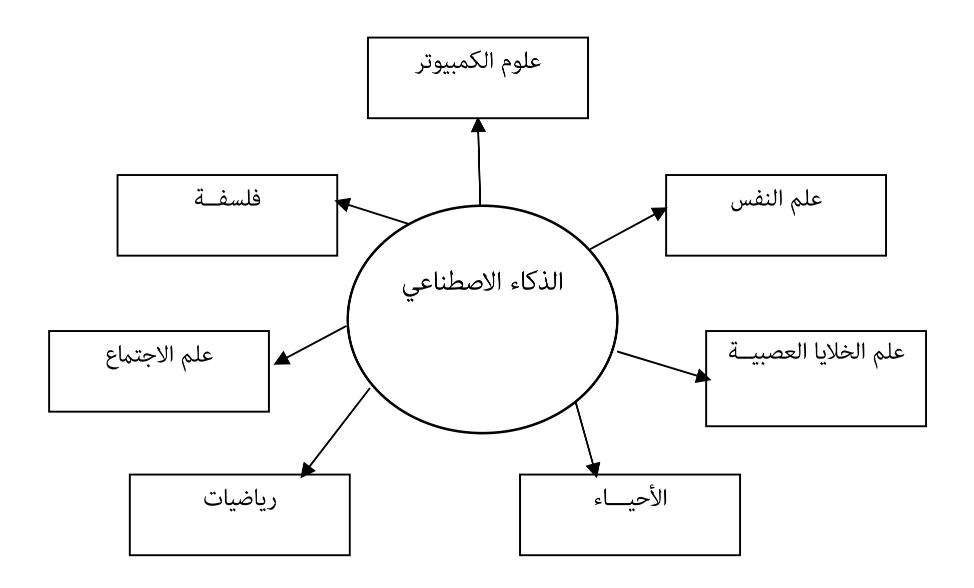
يقرأ برنامج التعرف على الكتابة اليدوية النص المكتوب على ورق أو على الشاشة بواسطة قلم، كما يمكنه التعرف على أشكال الحروف وتحويلها إلى نص قابل للتحرير.

الروبوتات الذكية:

الروبوتات قادرة على أداء المهام المحددة لها أفضل مما يفعلها الإنسان، لديها أجهزة استشعار متعددة للكشف عن البيانات المادية من العالم الحقيقي مثل الضوء، الحرارة، الحركة، والصوت، ولديهم معالجات فعالة للبيانات التي يتم الحصول عليها، وذاكرة ضخمة لتخزين تلك البيانات، بالإضافة إلى ذلك فهم قادرون على التعلم من أخطائهم ويمكنهم التكيف مع البيئة الجديدة.

ماذا يساهم في الذكاء الاصطناعي؟

الذكاء الاصطناعي هو العلم والتكنولوجيا القائمة على تخصصات ومجالات متنوعة مثل: علوم الكمبيوتر، علم الأحياء، علم النفس، اللغويات، الرياضيات، والهندسة، وغيرها.



تخصصات ومجالات توظف في الذكاء الاصطناعي

الفصل

الرابع عشر

الأنظمة الخبيرة

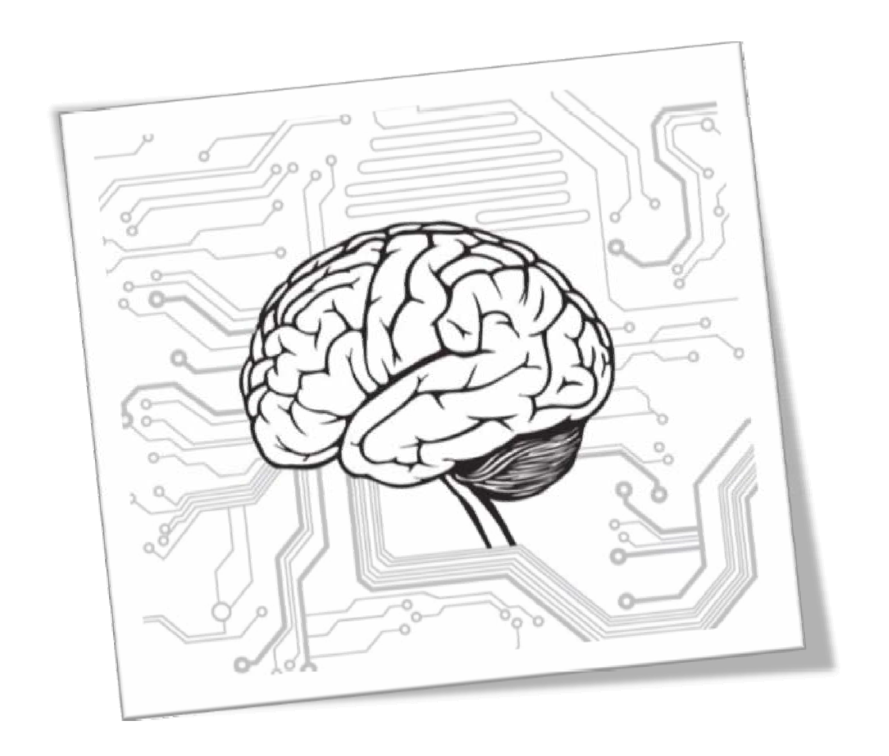
والذكاء الاصطناعي

ويشتمل هذا الفصل على النقاط التالية:

- ✓ المقدمة
- ✓ خبرة الإنسان والآلة
- ✓ مميزات الأنظمة الخبيرة
- ✓ عيوب ونقاط ضعف الأنظمة الخبيرة
- ✓ خصائص النظم الخبيرة
- ✓ مجالات تطبيق الأنظمة الخبيرة
- ✓ التطبيقات الرئيسة للنظم الخبيرة
- ✓ هندسة المعرفة
- ✓ اكتساب المعرفة
- ✓ خصائص الخبراء
- ✓ النظم الخبيرة الكلاسيكية
- ✓ نظم الخبراء الحديثة

الفصل الرابع عشر

الأنظمة الخبيرة
والذكاء الاصطناعي



في هذا الفصل نتناول بالتفصيل الأنظمة الخبـيرة، باعتبـاره واحـداً مـن مجـالات الـذكاء الاصطناعى، التـي تعتـبر الأكـثر نجاحـا فـيما يتعلـق بمسـاهماتها في علـوم الكمبيـوتر والعـالم الحقيقي بشكل عام.

وفيه نناقش الميزات النموذجية للأنظمة الخبيرة، وكيـف يـتم بناؤهـا، وبعـض الأنظمـة الأكثر نجاحًا التي تم إنشاؤها خلال أكثر من ثلاثين عامًا من تاريخ هذا المجال.

كما نقدم أمثلة للأنظمة التي تستخدم الاستدلال على أسـاس الحالـة ثـم عـرض أحـدث النظم الخبيرة.

أثناء الثورة الصناعية في القرن التاسع عشر، كان يـتم قيـاس تقـدم المجتمـع مـن خـلال قدرته على تحويل الموارد الطبيعية مثل المعادن وخام الحديد إلى طاقة ومنتجـات مـن صـنع الإنسان.

وفي القرن العشرين، كانـت مقـاييس التقـدم الأكـثر شـيوعاً هـي السرعـة في الاتصـالات والنقل، ففي الاتصالات، انتقل العالم مـن الهـاتف في أواخـر القـرن التاسـع عشر إلى Google وFacebook وTwitter في القرن الحادي والعشرين، وفي مجال النقل، تقدم العالم مـن سـفن مدفوعة بالبخار إلى هبوط رجل على سطح القمر، وقد كان التقدم التكنولوجي أيضا مـدفوعًا جزئيًـا بـالحرب العالميـة الأولى، وإلى حـد كبـير في الحـرب العالميـة الثانيـة، مـع ازدهـار عصر الكمبيوتر.

وبالإضافة إلى وضع رجل على سطح القمر في عام 1969، كان التقدم التكنولوجي يعتمد على الصغائر الدقيقة إلى جانب تقنيات الرقائق الدقيقة.

وفي الثمانينيات، مع انتشار الحواسيب الشخصية، بدأ الانتقال إلى "مجتمع المعلومـات"، فأصبحنا نجد المزيد من المنازل كل يوم تحمل أجهزة الكمبيوتر الشخصية.

وقد حصل الكمبيوتر على أدوار متنوعـة ومهمـة بشـكل متزايـد في حيـاة النـاس، ففـي التسعينات، تم تقديم شبكة الويب العالمية من قبـل تـيم بيرنـرز- لي، حيـث قـدمت منتـدى جديـدًا تمامًـا للعمـل والترفيـه والسـفر والعمـل والدراسـة، وفي هـذا الشـأن وبحلـول نهايـة

العقد الأول من الألفية الجديدة، فإن التحديات التي تواجه "مجتمع المعرفة" الذي نعيش فيه هي التلاعب بشكل فعال ونقل كميات هائلة من المعلومات، وتحويلها إلى المعرفة من أجل صنع قرارات مفيدة ومهمة من شأنها أن تفيد المجتمع.

ومن الأمثلة الجيدة على ذلك نظام حساس للغاية لمصادر المعلومات الهائلة والوافرة والمتنوعة هو "سوق الأوراق المالية".

فعلى سبيل المثال، يتأثر وضع سوق الأوراق المالية بدرجة كبيرة بالعرض والطلب على النفط، وفي غضون فترة قصير جدا شهد النفط ارتفاعاً في الأسعار من 60 دولارا للبرميل إلى ما يقرب من 150 دولارا للبرميل، وانخفض مؤخرا إلى أقل من 100 دولار للبرميل.

إذاً ما هي القيمة الحقيقية لبرميل النفط اليوم وكيف يمكن إعادة إنتاجه في مضخات الغاز؟

يمكن لنظام خبير ذكي حقاً أن يأخذ في الاعتبار عددًا من العوامل من أجل التنبؤ بالقيمة الصحيحة للنفط في المدى القصير والطويل.

فالنظم الخبيرة، هي عبارة عن برنامج حاسوبي يستخدم تقنية الذكاء الاصطناعي artificial intelligence (AI)، من أجل المحاكاة لحكم وسلوك إنسان أو منظمة تتمتع بالمعرفة الفنية والخبرة في مجال معين.

خبرة الإنسان والآلة:

إن أفضل سلوك للحلول العامة التي نعرفها، أولئك الذين يحلون المشاكل البشرية، وبصفة خاصة في المناطق التي يكون فيها الإنسان القائم على حل المشاكل متخصصًا، لكن معظم البشر هم خبراء في مجالاتهم الخاصة فقط، فهم لا يمتلكون نوعًا من السحر الذي يمكّنهم من إنشاء مجموعة القواعد والضوابط لنطاق مشكلة تعسفية.

ومن ثم، فإن مسؤول الشطرنج، الذي قد يكون لديه حوالي 50000 من القواعد (الأنماط) التي تراكمت وطورت على مدى عقود عديدة من التطبيق العملي والدراسة، لن يكون خبيرًا في خلق الاستدلال أو القواعد أو الأساليب أو أي شيء آخر في الحياة لهذه المسألة.

وينطبق الأمر نفسه على الدكتور أو الطبيب أو المحامي، كل منهم خبير في التعامل مع المعلومات داخل المجال الخاص به، ولا تضمن هذه المهارة أي خبرة معينة في التعامل مع المعلومات بشكل عام أو في مجالات الخبرة الأخرى.

إن ما نعرفه هو أن التدريب المهني الطويل مطلوب قبل أن يتقن أي مجال معين، وقد أشار (برادي) إلى أن هناك عددا من الطرق التي يقاوم بها الخبراء البشريون:

- أولاً: فرض الهيكل على قاعدة المعرفة، لتمكين المشغل من العمل ضمن سياق محدد ضيق نسبيًا.
- ثانيا: جعل صريح المعرفة التي يمتلكها المرء عن الطريقة التي يمكن بها استخدام المعرفة النوعية على أفضل وجه؛ فيما يسمى بالمعرفة الفوقية، فيبدأ توحيد تمثيل المعرفة بالفعل في تحقيق النتائج، حيث يمكن للمرء أن يحول القوة الكاملة للمشكلة إلى (معرفة خالصة) بالطريقة نفسها تمامًا مثلما ينطبق على المعرفة الأساسية.
- ثالثًا: يحاول المرء استغلال التكرار الذي يبدو دائمًا حاضرًا وحاسمًا لحل المشكلات البشرية وتصورها، فهناك العديد من الطرق التي يمكن من خلالها تحقيق ذلك، ولكن في الغالب تكون بمثابة استغلال للقيود.

وفي كثير من الأحيان يمكن للمرء أن يشرح عددا من الشروط، لا شيء منها يحدد حلا فريدا، ولكن رضاه المتزامن فريد من نوعه.

على سبيل المثال "سيارة تقف في موقف سيارات": إن معرفة ما ستؤول إليه السيارة أو أي منطقة مرقمة سيحدث فرقًا كبيرًا فيما يتعلق بسرعة استرجاعها. علاوة على ذلك، لدينا معرفة بالموقع (الصف المركزي، الصف الخارجي، وسط أو نهاية الصف، إلخ)، وصفات السيارة (لونها، شكلها، نمطها، إلخ)، والمنطقة داخل موقف السيارات حيث تم

تركها (بالقرب من مبنى، مخرج، عمود، جدار، إلخ.)، كل هذه المعلومات سوف تحدث فرقاً كبيراً في مدى سرعة استرجاعها لك.

هناك ثلاث طرق متميزة سوف يستخدمها البشر:

- الاعتماد على المعلومات (الأرقام على الإيصال الخاص بالسيارة، أو التذكرة، والمعلومات المقدمة في الكثير). باستخدام هذا النهج، لا يستخدم الإنسان أي معلومات ذكاء اصطناعي، تمامًا كما قد يستخدم أحد نظام الملاحة في السيارة إلى وجهة دون أن يكون لديه أي فهم جغرافي لأماكن ذهابه.
- استخدام مزيج من المعلومات على التذكرة / إيصال المقدمة وبعض الأنماط عن السيارة وموقعها. على سبيل المثال، تذكر التذكرة أن السيارة في منطقة B7، ولكنك تتذكر أيضًا أنها ليست بعيدة جدًا عن مكان وجودك، وأن سيارتك صفراء زاهية وأنها ضخمة. لكن لا يوجد الكثير من السيارات الصفراء الكبيرة، وتبرز من جميع السيارات الأخرى.
- نهج هش يعتمد فيه الإنسان بالكامل على الذاكرة والأنماط، بدلاً من أي معلومات محددة.

انظر الشكل التالي يمكن أن تساعدنا الأنماط والمعلومات في تحديد الأشياء.



توضح جميع الطرق الثلاثة المزايا التي يتمتع بها البشر في معالجة المعلومات. حيث أن البشر لديهم مداخل عشوائية مدمجة لمعالجة المعلومات، وللوصول إلى السيارة في المستوى الثالث، لا يحتاج إلى استكشاف المستويات من الأول إلى الثالث خطيًا.

أما الروبوت فيجب أن يتم تعليمه بشكل صريح لتخطي المستويات أدناه وصولاً إلى المستوى الثالث.

البشر تسمح لهم ذاكرتهم باستغلال المعلومات التي يمكتلونها عن سيارتهم (على سبيل المثال، كانت صفراء، كانت كبيرة، كانت سيارة قديمة)، وعدم وجود الكثير من تلك السيارات حولها، للوصول إلى السيارة.

لذا فإنه يمكن أن تساعد الأنماط المقترنة بالمعلومات في الحد من بحثنا، لذلك نحن نعلم أن السيارة على مستوى معين، ولكننا نتذكر أيضًا كيف أوقفنا السيارة، وما هي السيارات التي قد تكون قريبة، وغيرها من الميزات البارزة للموقع الذي اخترناه، وعندما يصبح البشر يعتمدون بشكل كامل على أنظمة المعلومات، يمكن أن يحرموا أنفسهم من معلوماتهم الأساسية الفطرية (الخبرة)، وهذا ربما يؤدي إلى مواقف حرجة.

قبل أن نذهب إلى أبعد من ذلك في مناقشة الخبرة البشرية، يبدو من المناسب ذكر أفكار هوبير وستيوار دريفوس، حيث كان من ضمن انتقاداتهم الرئيسية هو أن "المعرفة" البشرية يصعب شرحها أو تطويرها في آلة، فنحن نعرف كيف نركب دراجة، ونعرف كيفية قيادة السيارة، والعديد من الأشياء الأساسية الأخرى مثل المشي، والحديث، وما إلى ذلك، ولكن عندما نحاول شرح كيفية إنجاز هذه الإجراءات، فإن أدائنا يتدهور بسرعة.

ويميز الأخوان هوبير وستيوار أيضًا بين "معرفة ذلك" و"معرفة كيف"، حيث أن "معرفة ذلك" تشير إلى المعرفة الواقعية، مثل مجموعة من الإرشادات أو الخطوات التي يجب اتباعها، ولكنها ليست مثل معرفة كيف.

يركز هوبير وستيوار كثيرًا من نقاشهم للخبرة على أساس أن هناك مراحل جيدة لاكتساب المهارات في التقدم من المبتدئ إلى الخبير:

- مبتدئ.
- المتقدم.
- مختص.
- بارع.
- خبير.

وفيما يلي تفصيل لذلك:

- المرحلة الأولى: يتبع المبتدئ القواعد فقط ولا يوجد سياق ولا فهم للقواعد، فقط لديه القدرة على اتباع القواعد لإنجاز مهمة ما، مثال على ذلك اتباع سلسلة من الخطوات للوصول إلى مكان ما عند القيادة، ومثال آخر هو اتباع بعض التعليمات، مثل، تجميع منتج جديد، أو الكتابة في برنامج كمبيوتر.
- المرحلة الثانية: يبدأ المبتدئ المتقدم في تعلم المزيد من الخبرة ويكون قادراً على استخدام القرائن السياقية، مثال على ذلك عند تعلم صنع القهوة باستخدام آلة صنع القهوة، يتبع التعليمات، ومع ذلك، فإنه يستخدم أيضًا حاسة الشم ليعرف متى تكون القهوة جاهزة بالفعل. وبعبارة أخرى، إنه يتعلم من القرائن التي يمكننا إدراكها في بيئة المهام.
- المرحلة الثالثة: المختص لا يحتاج إلى مجرد اتباع القواعد، ولكن لديه أيضًا فهم واضح لبيئة المهام، فهو قادر على اتخاذ القرارات، والاستفادة من التسلسل الهرمي للقواعد، والتعرف على الأنماط، وقد يكون المختص ذو الكفاءة متجهاً نحو الأهداف ويمكنه تغيير سلوكه وفقًا للظروف، مثال على ذلك يعرف السائق المختص كيفية تغيير قيادته وفقًا لظروف الطقس، بما في ذلك السرعة ومساحات الزجاج الأمامي والمرايا وما إلى ذلك. في هذه المرحلة، سيكون المختص قد طور الحدس أو المعرفة، والمختص على هذا المستوى يعد شخصاً تحليليًا، حيث يمكنه الجمع بين العناصر لاتخاذ أفضل القرارات استنادًا إلى خبرته.
- المرحلة الرابعة: لن يتمكن القائمون على حل المشاكل العرفية من التعرف على الوضع

والخيارات المناسبة فحسب، بل سيكونون قادرين أيضًا على تداول أفضل الطرق لتنفيذ الحل، ومثال على ذلك الطبيب الذي يعرف ما تشير إليه علامات وأعراض المرض، وسوف يدرس بعناية ما هي الخيارات المحتملة للعلاج.

- المرحلة الخامسة: "يعرف الخبير عمومًا ماذا يفعل، بناءً على الفهم الناضج والممارسة"، وعندما يتعامل الخبير مع بيئته، لا يرى مشاكل منفصلة عن جهوده لحلها، ولا يقلق بشأن المستقبل ويقوم ضع خطط مفصلة، ومثال على ذلك إن السائق لا يقود سيارة فحسب، ولا يقود الطيار طائرة، بل "يينغ"، ولا يقوم لاعب الشطرنج فقط بلعب الشطرنج، بل يصبح مشاركًا "في عالم من الفرص.

النقطة الرئيسة لدى هوبير وستيوار هي أن "أولئك الذين هم خبراء يقومون بإصدار أحكام تستند إلى تجاربهم الملموسة السابقة بطريقة تتحدى التفسير"، ويستنتجون أن "الخبراء يتصرفون بطريقة غير عقلانية".

ويذكر هوبير وستيوار أن الآلات أدنى من العقل البشري في أمور عديدة، منها الطريقة التي يعمل بها العقل البشري بشكل كلي، من أجل الرؤية، ومن أجل التفسير والحكم، وأنه بدون هذا الدماغ / العقل ستكون الآلات دائماً أقل شأناً من البشر.

لكن على الرغم من أن الآلات قد تكون تمتلك مناورات رمزية ممتازة مثل (آلات المنطق أو محركات الاستدلال)، إلا أنها تفتقر إلى "القدرة على التمييز بين الصور المتشابهة" التي يمتلكها البشر. فعلى سبيل المثال، في التعرف على الوجوه، لا يمكن للآلات التقاط جميع الميزات التي يريدها الإنسان، صراحة أو ضمنيًا.

إن الأنظمة الخبيرة لديها خصائص وتقنيات معينة تسمح لهم القيام بأعلى مستوى في مجال مشاكلهم.

مميزات الأنظمة الخبيرة:

إحدى السمات المميزة الرئيسة للبشر هي أنهم ينجزون المهمة، وبالتالي الأداء، ولإنجاز هذا فهم قادرون على:

- حل المشكلة، وهذا أمر أساسي، وبدون هذه القدرة لن يكون الخبير خبيراً. على خلاف بعض تقنيات الذكاء الاصطناعي الأخرى، وتستطيع الأنظمة الخبيرة تفسير عملية صنع القرار، فبالنظر في نظام خبير طبي يحدد أن لديك ستة أشهر للعيش؛ فأنت بالتأكيد ترغب في معرفة كيف تم التوصل إلى هذا الاستنتاج.
- شرح النتيجة، يجب أن يكون الخبراء قادرين على العمل بصفة استشارية وشرح تفكيرهم. ومن ثم، فهم لديهم فهم عميق لمجال مهامهم، ويفهم الخبراء المبادئ الأساسية، وكيف ترتبط المبادئ بالمشكلة المطروحة، ويمكن تطبيقها على المشاكل الجديدة.
- التعلم، يتعلم الخبراء البشريون باستمرار وبالتالي يمكنهم تحسين قدراتهم، ربما هذا هو الجانب الأكثر صعوبة في الخبرة البشرية التي يتطلع إليها العاملون في مجال الذكاء الاصطناعي إلى دمجه في الآلات.
- إعادة هيكلة المعرفة، وهذه ميزة فريدة من نوعها لدى البشر الذين يستطيعون تكييف معارفهم مع بيئة مشكلة جديدة. وبهذا المعنى، يمكن أن يكون خبراء حل المشكلات البشريين مرنين ومتكيفين.
- تتحلل برشاقة، فلا ينهار الخبراء البشريون عندما يواجهون مشاكل صعبة، وبالمثل، هذا غير مقبول في النظم الخبيرة.
- قواعد الاستثناءات، في بعض الحالات، هي القاعدة. يعرف الخبير البشري الحقيقي الاستثناءات في تخصصه. على سبيل المثال، يعرف الصيدلي الأدوية والعقاقير التي لا تتفاعل بشكل جيد مع الدواء الموصوف عندما يملأ وصفة طبية للمريض.
- معرفة الحدود، يعرف الخبراء البشريون ما يستطيعون وما لا يستطيعون فعله، فهم لا يقبلون المهام التي تتجاوز قدراتهم أو بعيدًا عن مناطقهم القياسية.

دعونا ننظر في هذه الميزات ومقارنتها في الأنظمة الخبيرة:

- حل المشكلة، من المؤكد أن الأنظمة الخبيرة قادرة على حل المشكلات في مجالاتها. في

بعض الأحيان يحلون حتى المشاكل التي لا يستطيع الخبراء البشريـون حلهـا، أو التوصـل إلى حلول لم يأخذها الخبير البشري بعين الاعتبار.

- التعلم، التعلم ليس سمة رئيسية في النظم الخبـيرة، ولكـن يمكـن تعليمهـا بـالتغييرات في قاعدة معارفهم أو محرك الاستدلال إذا لزم الأمر.
- إعادة هيكلة المعرفـة، عـلى الـرغم مـن أن هـذه القـدرة قـد تكـون موجـودة في الـنظم الخبيرة، فهي في جوهرها تدعو إلى تغيير في التمثيل، وهذا صعب بالنسبة للآلات.
- قواعد الفصل، لكي تخرق الآلات القواعد بطريقة بديهية وواضحة قد يكون الخبير البشري صعبا. بدلاً من ذلك، ستتم إضافة قواعد جديدة إلى القواعد الحالية كاستثناءات.
- تتحلل برشاقة، فعادةً ما تشرح الأنظمة الخبيرة متى تكون عالقة أو تعـاني مـن مشـاكل، وما تحاول تحديده، وما الذي تأكدت منه إلى هذه النقطة.
- معرفة الحدود، ربما بمساعدة الشبكة العنكبوتية العالمية (شبكة الانترنت)، عنـدما تكـون المشكلة خارج نطاق خبرتها، تسـتطيع الأنظمـة والـبرامج المتخصصـة بشـكل عـام اليـوم الرجوع إلى البرامج الأخرى التي يمكن إيجاد حلول لها.

تتضمن الميزات النموذجية الأخرى للأنظمة الخبيرة ما يلي:

- فصل محرك الاستدلال وقاعـدة المعرفـة، وهـذا أمـر مهـم مـن أجـل تجنـب الازدواجيـة والحفاظ على كفاءة البرنامج.
- تستخدم كتمثيل موحد قدر الإمكان، فقد تؤدي الكثير من العروض إلى انفجار انـدماجي و"حجب العملية الفعلية للنظام".
- المحافظة على محرك الاستدلال بسيطًا، فهذا يمنع المبرمج من التعثر ويسهل عليه تحديـد ما هي المعرفة الهامة لأداء النظام.
- استغلال التكرار، من خلال جمع أكبر قدر ممكن من المعلومـات المتنوعـة وذات الصـلة، يمكن تجنب المعرفة غير الكاملة وغير الدقيقة.

- أنها سهلة الاستخدام لأي مستخدم سواء كان مستخدما عاديا أو مطوّرا.
- أنها نافعة في مجال التطبيق بشكل واضح.
- قادرة على التعلم من الخبراء بطريقة مباشرة وغير مباشرة.
- قادرة على تعليم غير المتخصصين.
- قادرة على تفسير أي حلول تتوصل إليها مع توضيح طريقة الوصول إليها.
- قادرة على الاستجابة للأسئلة البسيطة وكذلك المعقدة في حدود التطبيق.
- وسيلة مفيدة في توفير مستويات عالية من الخبرة في حال عدم توفر خبير.
- قادرة على تطوير أداء المتخصصين ذوي الخبرة البسيطة.

عيوب ونقاط ضعف الأنظمة الخبيرة:

على الرغم من كل هذه المزايا السابقة، لابد من الإشارة إلى وجود بضع نقاط ضعف معروفة في الأنظمة الخبيرة، نذكرها فيما يلي:

- ✓ أولاً، فهمهم العميق للموضوع ضحل.
- ✓ ثانياً، يفتقرون إلى الحس السليم. على سبيل المثال، قد يعلمون أن الماء يغلي عند 212 فهرنهايت، لكن ليس لديهم أي فكرة بأن الماء المغلي يمكن أن يتحول إلى بخار، والذي يمكن استخدامه لتشغيل التوربينات.
- ✓ ثالثًا، لا يمكنهم إظهار فهم عميق للموضوع. حتى النظم الخبيرة العظيمة التي تحتوي على آلاف القواعد لا تملك فهمًا عميقًا لموضوعها، مثلا ليس لدى MYCIN فهم عميق لعلم وظائف الأعضاء البشرية.

خصائص النظم الخبيرة:

يمكن صياغة خصائص الأنظمة الخبيرة في مجموعة من الأسئلة التي يجب أخذها بعين الاعتبار قبل الشروع في بناء نظام خبير:

- "هل يمكنه حل المشكلة بفعالية من خلال البرمجة التقليدية؟" إذا كانت الإجابة

"نعم"، فمن المحتمل ألا يكون نظام الخبراء هو الخيار الأفضل "، فإن المشكلات غير المنظمة التي لا توجد بها خوارزميات فعالة أكثر ملاءمة لبناء نظام خبير.

- "هل المجال محدد بشكل جيد؟" إن النطاق المحدد جيداً هو الأنسب، إذا كانت المشاكل في المجال تعتمد على الخبرة في المجالات الأخرى. على سبيل المثال، يجب على رائد فضاء معرفة الكثير عن مهمته أكثر من معرفته بالفضاء الخارجي، مثل آليات الطيران والتغذية وضوابط الكمبيوتر والأنظمة الكهربائية، إلخ.
- "هل هناك رغبة وحاجة إلى نظام خبير؟"، يجب أن يكون هناك مستخدم للنظام، ويجب أن يكون الخبراء أيضًا مؤيدين لبناء النظام.
- "هل يوجد على الأقل خبير إنساني مستعد للتعاون؟" وبدون ذلك، فمن المؤكد أنه من غير الممكن المضي قدماً. يجب أن يكون الخبير (الخبراء) في صالح النظام، وأن يكون مستعدًا لتكريس العديد من الساعات لإنشائه، كما يجب أن يكون الخبير (الخبراء) على دراية بحجم الوقت والتعاون اللازمين.
- "هل يمكن للخبير أن يشرح المعرفة بحيث يكون مفهوما من قبل مهندس المعرفة؟" هل يمكن أن يعمل الشخصان معا؟ هل يمكن أن يكون الخبير واضحا بما فيه الكفاية من حيث استخدامه للمصطلحات التقنية لمهندس المعرفة لفهمها وترجمتها إلى رمز الكمبيوتر؟
- "هل حل المشكلات هو عملية أكثر إحصائية وغير مأمونة؟"

هذه المجالات التي تعتمد على المعرفة والخبرات ونوع "المعرفة" التي وصفناها أعلاه، مناسبة بشكل خاص للنظم الخبيرة.

إن الاختلافات الرئيسة هي أن الأنظمة الخبيرة تميل للتعامل مع عدم اليقين والمعرفة غير الدقيقة، أي أنها قد تعمل بشكل صحيح فقط في جزء من الوقت، وقد تكون بيانات الإدخال غير صحيحة أو غير مكتملة أو غير متناسقة أو لها حالات أخرى.

في بعض الأحيان، تعطي الأنظمة الخبيرة بعض الإجابات، حتى ولو كانت سيئة، وهذا الأمر قد يبدو مفاجئًا للغاية وربما مثيرًا للإزعاج، ولكن عند إجراء مزيد من الدراسة، فإنه يتماشى مع مفاهيم نظام الخبراء.

وقد يتم بناء أنظمة الخبير لأغراض كثيرة بما في ذلك تلك الموجودة في القائمة التالية:

- التحليل: لتحديد سبب مشكلة البيانات المعطاة.
- التحكم: لضمان أداء الأنظمة والأجهزة وفقًا للمواصفات.
- التصميم: لتكوين النظم تحت قيود معينة.
- التشخيص: لتكون قادرة على إجراء استنتاجات حول أعطال النظام.
- التعليمات: لتحليل وتصحيح وتقديم تعليمات موحية للأخطاء.
- التفسير: لاستنتاج وصف الحالة من البيانات.
- المراقبة: للمقارنة بين الملاحظات والقيم المتوقعة.
- الخطة: لتصميم الإجراءات وفقا للشروط.
- التنبؤ: للتنبؤ بالعواقب المحتملة لحالة معينة.
- التعليمات: أن يوصي حل للخلل في النظام.
- التحديد: لتحديد أفضل خيار من عدد من الاحتمالات.
- المحاكاة: لتكوين نموذج للتفاعلات بين مكونات النظام.

مجالات تطبيق الأنظمة الخبيرة:

مجالات تطبيق الأنظمة الخبيرة		
الأرصاد الجوية	البيئة	الزراعة
الجيش	المالية	الأعمال
التعدين	الجيولوجيا	الشهادة
أنظمة الطاقة	معالجة الصورة	الكيمياء
العلم	إدارة المعلومات	مجال الاتصالات
الأمان	القانون	أنظمة الكمبيوتر
تكنولوجيا الفضاء	التصنيع	التعليم
وسائل النقل	الرياضيات	إلكترونيات
	الدواء	الهندسة

التطبيقات الرئيسة للنظم الخبيرة:

إدارة القرار:

تقوم الأنظمة الخبيرة بدور المستشار فتعرض البدائل المختلفة في حل المشكلات كما تقدم التبريرات المناسبة إلى البدائل المناسبة

مثال على ذلك وصنع الأهداف الاستراتيجية , تقييم اداء الموظفين سندات التامين , التبئوات الديمغرافية , تحليل محفظة الاعمال

تشخيص المشكلة (حل المشكلة):

تعمل الأنظمة الخبيرة على تقدير الأسباب المحتملة إلى الوصول لتشخيص المشكلة خاصة في نقاط الاخفاق بناءا على أعراض معينة وتقير تاريخي , تقوم بشرح الأسباب والمباديء التي يبنى عليها التحليل.

مثال على ذلك المساعدة في عمليات الانتاج برنامج مكافحة الحشرات , التشخيص الطبي للأمراض.

التصميم (التقسيمات):

تساعد الأنظمة الخبيرة على إتمام بنية التجهيزات مع الأخذ بنظر الاعتبار القيود المختلفة.
مثال على ذلك دراسات المصانع شبكات الاتصال , تعذيم الالات , خيارات التجميع.

الاختيار (التصنيف):

تساعد الأنظمة الخبيرة المستخدمين في اختيار المواد الخام , المنتجات او العمليات من بين خيارات عديدة ومعقدة

مثال على ذلك: تفسير سلوك المجرمين والمشتبه بهم , تصنيف المعلومات ,تصنيف المواد الخام

عمليات المراقبة والسيطرة:

تساعد الأنظمة الخبيرة في عمليات المراقبة والسيطرة على الاجراءات والعملية، مثال على ذلك: السيطرة على الالات والمخزون , مراقبة الانتاج وتوفير الامر ضد التجاوزات من خلال تحديد الانحرافات في الانتاج وكذلك في الاختبارات الكيمياوية

هندسة المعرفة:

المعرفة هي المفتاح لقوة أي نظام خبير، وقد تصل المعرفة في كثير من الأحيان في شكل غير دقيق وغير مكتمل، ولكن يجب بناؤها بشكل تدريجي مع مرور الوقت، وقد تكون المعرفة غير دقيقة للعلوم الاحتمالية مثل الطب والجيولوجيا والطقس وبعض التخصصات الأخرى، ومع ذلك فقد تم تطوير تقنيات نشر حالات عدم اليقين بدرجة عالية.

ويمكن للأنظمة الخبيرة أن تفعل ذلك بشكل أكثر منهجية وبسرعة وبدقة أفضل من البشر، وربما من المدهش أن الخبراء البشريين غالباً ما يكونون شديدين للتعبير عن المنطق والحدس والاستدلال الذي يستخدمونه لتحليل البيانات عندما يتعلق الأمر بإدارتهم.

يشير فيغنبوم (Feigenbaum) إلى أن مفاتيح بناء النظم الناجحة تستخدم الأساليب التالية:

- التوليد والاختبار: وقد تم اختبار هذا النهج وتوظيفه لعدة عقود، فنسمع عن توظيف توليد واختبار في تطوير برنامج DENDRAL للكشف عن مجريات الأمور.
- استخدام قواعد العمل: تعرف أيضًا باسم قواعد الإنتاج، أو الأنظمة القائمة على المعرفة، يسهل هذا التمثيل البناء الفعال للأنظمة الخبيرة مع سهولة تعديل المعرفة، وسهولة التفسير، وهكذا.
- معرفة المجال المحدد: فالمعرفة هي المفتاح، وليس المحرك الاستقرائي، وتلعب المعرفة دورًا حاسمًا في تنظيم البحث وتقيده في شكل قواعد وإطارات من السهل تمثيلها والتعامل معها.
- المرونة في قاعدة المعرفة: بحيث تكون المعرفة مرنة بما فيه الكفاية لتعديلها بسهولة من حيث التغييرات في المعرفة وطرحها.
- خط الاستدلال: يبدو أن بناء المعرفة التي يكون معناها وغرضها واضحًا لأخصائي المجال هو مبدأ تنظيمي مهم في بناء العوامل الذكية.
- المصادر المتعددة للمعرفة: إن تكامل المصادر المتعددة للبنود التي تبدو غير ذات صلة أمر ضروري لتطوير والحفاظ على خط الاستدلال.
- التفسير: إن قدرة النظام على شرح خط تفكيره أمر مهم وضروري لتصحيح الأخطاء في النظام والإرشاد، ويعتبر هذا مبدأً مهمًا في هندسة المعرفة ويجب إعطاؤه فكرًا كبيرًا، كما أن هيكل التفسيرات ومستوى تعقيدها المناسب مهم للغاية، من أجل اكتساب المصداقية من كل من عالم العلم والأعمال. وإليك ما لخصه دونالد ميتشي "رؤى عملية" في متطلبات نظام خبير:

إليك ما لخصه دونالد ميتشي (Donald Michie) في متطلبات نظام خبير:

- سوق الاستشارات تتطلب المتخصصين، وليس العموميين: وهذا ينطبق على الاستشارات الآلية أيضا.

- التشغيل في الوقت الحقيقـي، في بعـض التطبيقـات، لـيس مرغوبًـا فيـه فحسـب، ولكنـه ضروري.
- تتألف مهارة الاستشاري من درجة مهمة في توجيه أسئلة المتابعة الصحيحة إلى العميـل، مع تبلور الخطوط العامة للقضية.
- ما لم يتمكن البرنامج من القيام بذلك، ويمكنه أيضًا شرح خطواته عند الطلـب، فـإن ثقـة العميل تتأثر.
- يعمل النظام الخبير كمستودع منظم، مع مرور الوقت، مـن المعرفـة المتراكمـة مـن قبـل العديد من المتخصصين من الخبرات المتنوعة. ومن ثم، يمكنهـا في النهايـة تحقيـق مسـتوى من الخبرة الاستشارية يتجاوز مستوى خبرة أي "مدرس" خاص بها.
- إن نص البرنامج بالمعنى العادي هو وسيط غير مناسب وغير شـعبي لشرح الاتصـال مـن قبل الخبراء البشريين؛ هناك حاجة إلى "لغات المشورة".

إن أنظمة الذكاء الاصطناعي وخاصة أنظمة الإنتاج والأنظمة المتخصصة المستندة إليها، تختلف عن برامج علوم الكمبيوتر التقليديـة لأنهـا تميـل إلى فصـل المكونـات الحسـابية عـن المكونات القائمة على المعرفة. وبالتالي، مـن حيـث الأنظمـة الخبـيرة، فـإن المحـرك الاسـتقرائي متميز عن قاعدة المعرفة.

ويمكن للمستخدمين استخدام قواعد المعرفة في ثلاثة أشكال مميزة بشكل نموذجي:

- الحصول على إجابات للمشاكل - المستخدم كعميل.
- تحسين أو زيادة معرفة النظام - المستخدم كمعلم.
- حصاد قاعدة المعارف للاستخدام البشري - المستخدم كتلميذ.

ويُعرف الأشخاص الذين يسـتخدمون الأنظمـة المتخصصـة في الـنمط الثـاني باسـم أخصائيي النطاق. ولا يمكن بناء نظام خبير بدون مسـاعدة أخصـائي نطـاق، كـما يعـرف الشخص الذي يستخرج المعرفة من أخصائي النطاق ويصوغها كقاعـدة معرفـة بمهنـدس المعرفة. "عملية استخلاص المعرفة مـن رئـيس اختصـاصي النطـاق (عمليـة مهمـة جـدًا)

تُعرف باسم اكتساب المعرفة، كما تُعرف عملية بناء قاعدة المعرفة عبر سلسلة من التفاعلات بين اختصاصي النطاق ومهندس المعرفة باسم هندسة المعرفة.

وفي كثير من الأحيان، تتضمن هذه العملية عددًا من التكرارات وإجراء التعديلات على القواعد بمرور الوقت من قِبل مهندس المعرفة عندما يصبح أكثر دراية بقواعد أخصائي النطاق، ويبحث مهندس المعرفة دائمًا عن أفضل الأدوات المتاحة للتمثيل وحل المشكلة المطروحة. فإنه يحاول تنظيم المعرفة، لتطوير أساليب الاستدلال، وتقنيات هيكلة المعلومات الرمزية، وهو يعمل عن كثب مع اختصاصي النطاق لمحاولة بناء أفضل نظام خبير ممكن، يتم إعادة تصور المعرفة وتمثيلها في النظام عند الضرورة، وتحسين الواجهة البشرية للنظام وجعل "المعاملات اللغوية" للنظام أكثر راحة للمستخدم البشري. وتصبح عمليات استنتاج النظام أكثر قابلية للفهم على المستخدم.

اكتساب المعرفة:

إن مهمة استنباط المعرفة من الخبير وتنظيمها إلى نظام قابل للاستخدام كان ينظر إليها دائما على أنها أمر شرس، كما أن الأمر الأكثر أهمية هو قوة نظام خبير، ويمثل، في جوهره، فهم الخبير للمشكلة.

إن اكتساب المعرفة هو الاسم الرسمي لهذه المهمة، وهو التحدي الأكبر لبناء نظام خبير، على الرغم من أن مصادر المعرفة يمكن أن تكون الكتب أو قواعد البيانات أو التقارير أو السجلات، فإن المصدر الوحيد الأكثر أهمية لمعظم المشاريع هو اختصاص المجال أو الخبير، ويطلق على عملية الحصول على المعرفة من الخبراء "الاستنباط المعرفي".

ويمكن أن يكون استنباط المعرفة مهمة طويلة وشاقة تنطوي على عدد من الجلسات المملة، كما يمكن أن تكون هذه الجلسات في شكل مناقشة تفاعلية مع تبادل الأفكار أو في شكل مقابلات أو دراسات حالة.

في الشكل الأخير، يتم ملاحظة الخبير وهو يحاول حل مشكلة حقيقية. مهما كانت الطريقة، فإن الهدف هو الكشف عن معرفة الخبير واكتساب فهم أفضل لمهارات حل

المشكلات، لقد تساءل الناس عن سبب عدم قدرة الخبير على البحث عن أسئلة حول معرفته.

خصائص الخبراء:

- يميلو إلى أن يكونون متخصصين للغاية في مجالهم وسوف يميلون إلى استخدام اللغة التي هي محددة بشكل رئيسي.
- لديهم معرفة إرشادية إلى حد كبير، وهي غير مؤكدة وغير دقيقة.
- لديهم صعوبات في التعبير عن أنفسهم.
- يجلبون العديد من مصادر المعرفة لتحقيق أدائهم.

وهناك تصنيفات رئيسة للمعرفة:

- المعرفة الإجرائية - القواعد والاستراتيجيات وجداول الأعمال والإجراءات.
- المعرفة التعريفية - المفاهيم والأشياء والحقائق.
- المعرفة الفوقية - معرفة أنواع المعرفة الأخرى وكيفية استخدامها.
- المعرفة الإرشادية - قواعد الإبهام.
- المعرفة الهيكلية - مجموعات القواعد، علاقات المفهوم، المفهوم إلى العلاقات الموضوعية.

قد تكون مصادر هذه الأشكال المتنوعة للمعرفة هي المستخدمون النهائيون والخبراء المتعددون والتقارير والكتب والأنظمة والمعلومات عبر الإنترنت والبرامج والإرشادات.

وقد تتطلب عمليات جمع وتفسير المعرفة عدة ساعات فقط، ولكن تفسير وتحليل وتصميم نموذج جديد للمعرفة قد يتطلب، على العكس، عدة ساعات.

لقد عالجنا بالفعل بعض الاختلافات التي يمكن مواجهتها عند التعامل مع الخبراء، وسوف يميل الخبراء إلى تجميع معرفتهم بحل المشكلات في شكل مضغوط يتيح حل المشاكل بشكل تفاعلي. كما أنها ستحقق قفزات ذهنية تتجاوز ما يمكن لمهندس المعرفة غير الخبراء تقديره أو فهمه، وربما يصف الخبراء هذه القفزات مثل الحدس، لكنهم قد يكونون، في الواقع، نتيجة بعض الاستدلال المعقد للغاية القائم على المعرفة العميقة.

يبرز ووترمان هذه المشكلة في مفارقة المعرفة الهندسية، حيث يقول: "كلما أصبح خبراء المجال الأكثر كفاءة، أصبحوا أقل قدرة على وصف المعرفة التي استخدموها لحل المشاكل!"، فهي عملية تحويل المعرفة الضحلة (التي قد تكون قائمة على الحدس) في معرفة عميقة أو أعمق (والتي قد تكون مخبأة في العقل الباطن للخبير) تسمى مشكلة تجميع المعرفة. ويمكن أن يساعد تطوير المهارات في استنباط المعرفة في تسهيل عملية اكتساب المعرفة.

النظم الخبيرة الكلاسيكية:

تم بناء عدداُ من أنظمة الخبراء التي تضم من مئات إلى عدة آلاف من القواعد لأكثر من 40 عامًا.

وفيما يلي، سنستكشف عددًا من أفضل الأنظمة المعروفة ونعرض خلفيتها وتاريخها وميزاتها الرئيسة.

أولاً: برنامج DENDRAL

هذا البرنامج هو قصة نجاح من العديد من وجهات النظر، والتي تشمل العديد من الكيميائيين وعلماء الكمبيوتر في جامعة ستانفورد لسنوات عديدة، بدءا من عام 1965.

المطورون الرئيسون للنظام كان إدوارد فيجينباوم (عالم الكمبيوتر)، جوشوا ليدربيرغ (كيميائي، حائز على جائزة نوبل في علم الوراثة)، بروس بوكانان (عالم الكمبيوتر)، وريموند كارهارت (كيميائي)، كلهم في جامعة ستانفورد، وكانت مهمة DENDRAL تعداد هياكل كيميائية معقولة للجزيئات العضوية، مع إعطاء نوعين من المعلومات:

1- بيانات الأدوات التحليلية من طيف الكتلة طيف الرنين المغناطيسي النووي.

2- القيود التي يوردها المستخدم على الإجابات، مستمدة من أي مصدر آخر للمعرفة متاح للمستخدم.

لم تكن هناك خوارزمية لتخطيط طيف الكتلة لمركب غير معروف في بنيته الجزيئية. ومن ثم، كانت المهمة هي دمج خبرة ومهارة وخبرة خبير بشري في برنامج يمكن أن

يؤديه على مستوى خبير بشري.

وفي عملية تطوير DENDRAL، كان على دربيرج أن يتعلم الكثير عن الحوسبة، حيث كان على فيغنبوم تعلم الكيمياء، فأصبح من الواضح لـ فيغنبوم أنه بالإضافة إلى العديد من القواعد المحددة المتعلقة بالكيمياء، يستخدم الكيميائيون كمًّا هائلاً من المعرفة الإرشادية استنادًا إلى الخبرة والتخمين.

كانت مدخلات DENDRAL تتكون عادة من المعلومات التالية:

- الصيغة الكيميائية، على سبيل المثال، C6H12O.
- الطيف الشامل لمركبات كيميائية غير معروفة.
- معلومات التحليل الطيفي للرنين المغناطيسي النووي.

وقد بينت DENDRAL أن أجهزة الكمبيوتر يمكن أن تعمل على قدم المساواة مع الخبراء البشريين في نطاق مقيّد.

ففي الكيمياء كان يقوم على قدم المساواة أو فوق كيميائي دكتوراه، فكان البرنامج مكتوبًا إلى حد كبير بلهجة ليسب تسمى Interlisp، وكانت مكتوبة روتينات مثل CONGEN في فورتران وشراع.

وتم تسويقها على نطاق واسع واستخدامها من قبل الكيميائيين في جميع أنحاء الولايات المتحدة.

أن قدرات تعلّم بنية DENDRAL هي عامة جدًا وضيقة جدًا. بشكل عام، يعالج DENDRAL جميع الجزيئات والحلقات الدورانية والشبيهة بالأشجار، وفي توضيح الهيكل النقي تحت القيود.

لا يضاهي CONGEN من قبل الأداء البشري.... في هذه المناطق ذات التخصص المكثف في المعرفة، لا يكون أداء DENDRAL عادة أسرع فحسب بل أيضًا أكثر دقة من الأداء البشري الخبير.

ثانياً: نظام MYCIN

لا يمكـن أن يكـون هنـاك شـك في أن نظـام الخـبراء الأكـثر شـهرة والأكـثر إقناعـاً هـو MYCIN. تم تطويره في جامعة ستانفورد، كأطروحة الدكتوراه لإدوارد شورتليف.

وتم تصميم هذا النظام الخبير القائم على القواعـد مـن أجـل تشـخيص وعـلاج أمـراض الدم الخبيثة التي تسببها البكتيريا في الدم والتهاب السحايا، ويمكـن أن تكـون هـذه الأمـراض قاتلة بسرعة إذا لم يتم علاجها في وقت مبكر.

ويتطلب MYCIN بعضًا من 20 عامًا لتطويرها، وتسـتخدم التسلسـل الخلفـي، وتتـألف من أكثر من 400 قاعـدة. مثـل DENDRAL، كانـت مكتوبـة في المقـام الأول في Interlisp. ومن الواضح أنه، بسبب طبيعة الأمـراض المحتملـة التـي تهـدد الحيـاة، مـن المهـم أن يكـون بمقدورنا تشخيص مرض معين بسرعة وأن نتمكن بسرعة من اتخاذ قرار بشأن المسار المناسب لتدخل الدواء. ولذلك، كانت هناك حاجة لمثل هذا النظام، ومن أجل ذلك يتم مراعاة النقاط التالية:

- يتم فصل المعرفة عن السيطرة: وهي سمة مميزة لجميع أنظمة الخبراء، وكان MYCIN واحدة من أقـدم الأمثلـة عـلى ذلـك إذا تغـيرت القواعـد، فلـن تضـطر إلى تغيـير محـرك الاستدلال.
- يدمج القواعد الفوقية: عندما يحدث كسر قواعد لحالات أو حالات خاصة.
- توظيف المنطق غير الدقيق.
- يتذكر الدورات السابقة: مثل خبيرة بشرية جيـدة، كـل تجربـة في مجالـه لهـا تـأثير عـلى المعرفة الخبراء.
- يستوعب المستخدم: يجـب أن يكـون البرنـامج سـهل الاسـتخدام وشـفافة للمسـتخدم / الطبيب.
- تفاعل اللغة الطبيعية: يتفاعل MYCIN مع الطبيب بطريقة طبيعية.
- يقدم تفسيرات: يمكن أن يوضح MYCIN كيف ولماذا وصلت إلى استنتاج معين.

- تقديم توصيات بديلة: فيحاول MYCIN توفير بدائل للطبيب للاختيار من بينها. في القيام بذلك، يتم البرنامج التعاوني بدلاً من التوجيه؛ ومن ثم يمكن للطبيب أن يشعر أنه يتم تقديم المساعدة له بدلاً من إمالته أو السيطرة عليه.

وعليه يمكن القول أن MYCIN هو نظام الخبراء الأكثر شهرة ونجاحًا على الإطلاق. الغرض منه هو تشخيص وتوصية العلاج من عدوى الدم، استُخدم في نهاية المطاف كبرنامج تدريب للمتدربين الطبيين، وكنموذج، كما أنه مثالي لكثير من الميزات الجيدة والأسباب التي تجعل المرء يرغب في بناء نظام خبير.

يستخدم MYCIN الاحتمالات، ولديه مرفق تفسير، فهو يحاول التواصل بطريقة ودية ومفيدة للأطباء، ولديه أكثر من 400 قواعد.

ثالثاً: نظام EMYCIN

استخدم ويليام فان ميل محرك الاستدلال eYCIN ودليل خدمة بونياك 1975 من أجل بناء نظام مكون من 15 قاعدة لتشخيص المشاكل مع دائرة بوق السيارة.

هذا النظام لعبة قدمت في الأساس لتطوير نظام قذيفة الخبراء، eMYCIN. الاختصار، الذي اقترحه جوشوا ليدربيرج، يشير إلى eYCIN "الأساسي" أو "الفارغ"، والصدفة هي أداة خاصة الغرض مصممة لأنواع معينة من التطبيقات التي يجب على المستخدم توفيرها فقط

دعم EMYCIN التسلسل الأمامي والخلفي وأدى إلى تطوير العديد من الأنظمة الخبيرة، بما في ذلك PUFF، و26 تطبيقًا لتشخيص المشكلات الرئوية.

لقد كان تطوراً مهماً جداً لتكنولوجيا الأنظمة الخبيرة لأنه يوفر أداة يمكن من خلالها بناء أنظمة الخبراء "بفعالية من حيث التكلفة".

EMYCIN بمثابة نموذج لجميع قذائف الخبراء في المستقبل.

رابعاً: المنقب

كان المنقب نظاما خبيرا في وقت مبكر مصمما لمشكلات صنع القرار في استكشاف المعادن، لوحظ استخدام بنية تسمى شبكة الاستدلال لتمثيل قاعدة البيانات الخاصة به، وقد كتب البرنامج في عام 1978 من قبل ريتشارد دودا:

ومن أهم مميزاته:

- يمثل النظام مدخلاً ضبابيًا في نطاق يتراوح بين –5 = بالتأكيد غير صحيح إلى +5 = بالتأكيد صحيح وينتج استنتاجات مع عوامل عدم اليقين المرتبطة بها.
- تستند خبرات المنظومة إلى المعرفة الحرفية اليدوية لنماذج الإثني عشر نموذجاً الرئيسيين و23 نموذجاً أصغر حجماً على المستوى الإقليمي.
- لا يفهم المنقب القواعد في قاعدته المعرفية، ولكن يمكنه شرح الخطوات المستخدمة للوصول إلى استنتاجاته.
- تم تطوير نظام اكتساب المعرفة من أجل سهولة تحرير وتوسيع بنية شبكة الاستدلال التي يتم فيها تخزين قاعدة المعارف.
- ينجز المنقب على مستوى خبير جيولوجي صخري متين وقد نجح في التنقيب، وتوقعت وجود الموليبدينوم بالقرب من جبل تولمان في ولاية واشنطن، والتي تم تأكيدها لاحقا من خلال عمليات الحفر الأساسية بقيمة 100 مليون دولار.
- يستخدم المنقب مخطط تمثيل المعرفة يسمى شبكة الاستدلال، وهو شكل من أشكال الشبكات الدلالية.
- يعمل المنقب مثل شجرة من أسفل إلى أعلى، وذلك باستخدام الأدلة لتوجيه السلسلة إلى موقع يقترح المزيد من الاستكشاف. فقد تم تصميم البرنامج ليعمل في ثلاثة أوضاع: التنفيذ المجمع أو المعالجة المجمعة أو الاستشارات التفاعلية.

ويتراوح نطاق إجابات المستخدم من –5 (التأكيد المزيف على الإطلاق) إلى +5 (التأكيد صحيح تمامًا). وفي أي مرحلة من التفاعل قد يسأل المستخدم لماذا يطلب من

النظام توضيح سبب هذا السؤال. وبالتالي يمكن للجيولوجي المهرة اتباع خط المنقب في المنطق. كما يمكن أن توفر الأوامر الأخرى استقراءات التتبع، وتغيير التأكيدات، وقائمة أفضل "التقدير الحالي" للاحتمالية.

يحتوي البرنامج أيضا على قدرة الرسومات ويمكن أن ينتج خريطة مع التوزيعات الاحتمالية للنجاح والفشل في منطقة ما.

نظم الخبراء الحديثة:

دمجت أحدث أنظمة الخبراء أساليب أخرى معروفة ومُختبرة للتعامل مع كميات كبيرة من البيانات المحددة للمجال، بما في ذلك قواعد البيانات، استخراج البيانات، التعلم الآلي، وCBR، وقد استخدمت أساليب ذكية مختلطة في العديد من المجالات المتنوعة، مثل فهم الكلام / اللغة الطبيعية، والروبوتات، والتشخيص الطبي، وتشخيص الأخطاء في المعدات الصناعية، والتعليم، والتقييم، واسترجاع المعلومات.

في هذا الجزء، سنقوم باستعراض وشرح بعض الأمثلة على هذه الأنظمة:

أولاً: نظم لتحسين مطابقة العمالة:

قد تم تطوير عدد من الأنظمة الخبيرة خلال العقدين الماضيين، ولكنها كانت مناسبة بشكل خاص لأوقات الاقتصاد، حيث تم تطوير نظام لمواءمة الوظائف بمهارات العاطلين عن العمل بأكثر من طريقة منطقية بدائية، نظام خبير سابق حاول أن يتطابق مع الأفراد المؤهلين من الشركات الصغيرة بأداة تحليل المهارات، وقام بدمج الشبكات العصبية مع التحليل القائم على القواعد لمطابقة الموظفين مع وظائف معينة في مشاريع جديدة.

تم استخدام تقنيات Flaiting التعاون في نظام لاحق (CASPER) للمساعدة في تطبيق المعلومات الاستخبارية في محرك البحث لموقع الباحث عن الوظيفة على الويب www.jobfinder.com، تألفت CASPER من نظام المستخدم، وهو محرك آلي متجدد، ومحرك استرجاع شخصية.

لقد تم تطبيق التكنولوجيا المتنقلة على عامل التوظيف في EMA وهـو وكيـل التوصـية المثالي. وتم اسـتخدام أسـاليب CASPER وEMA عـلى نطـاق واسـع في التوصـية واسـترجاع المعلومات، ولكن لا يمكـن للمـرء أن يسـميهم خـبراء في وظيفـة مطابقـة مـع نظـام لمطابقـة الوظائف التي وضعتها drigas وآخرون.

ويستخدم الميزات التالية:

- الربط مع قاعدة بيانات الشركـات يحتـوي عـلى العـاطلين عـن العمـل، وأربـاب العمـل، وعرض سجلات الوظائف.
- استخدام التقنيات العصبية (للتدريب التحريضي (من خـلال الأمثلـة) عـلى المصـطلحات الغامضة المعقدة، والتي تستخدم أيضًا في مرحلة التقييم النهائي.
- الإشراف على إعادة تشغيل الشبكة العصبية المشوشة عند التوصية من قبل المسؤول.
- نماذج ضبابية تقوم بتصميم وتطوير محرك الاستدلال الغامض.
- الجمع بين معالجة العناصر المشوشة لتقييم البيانات النهائي.
- واجهة المستخدم مرنة ودية في البصرية الأساسية.

ثانياً: نظام خبير لتشخيص العيوب الاهتزازية:

واحد من الأدوار المهمة لنظم الخبراء هو تشخيص الأخطاء. في حالة الماكينات الحرجة، عالية السرعة، والكشف عن الأخطاء في وقت مبكر ودقيق أمر مهـم جـدا، ففـي تلـك حالـة، هناك مؤشر عام للظروف غير الطبيعية هو الاهتزاز في الآلات الدوارة، وعنـد اكتشـاف خطـأ، يمكن لمهندس الصيانة تحديـد الأعـراض، وتفسـيرها بالعديـد مـن رسـائل الخطـأ والمـؤشرات، والتوصل إلى التشخيص الصحيح. أي المكونات التي قد تسببت في الخطأ وأسباب فشل المكون (المكونات). وستميل الآلات إلى وجود مئات الأجـزاء وتكـون معقـدة للغايـة، وسـوف يتطلـب خبرة مجال لتشخيص وإصلاح الآلات.

جدول القرارات (DT) هـو طريقـة صـغيرة وسريعـة ودقيقـة لحـل المشـكلات، يجمـع نظام خـبراء VIBEX بـين تحليـل جـدول القـرارات (DTA) والمبنـي عـلى حـالات معروفـة

وDT تــم إنشــاؤه لغــرض إجــراء عمليــات التصــنيف باســتخدام عمليــة اكتســاب المعرفــة الاستقرائية.

إن VIBEX DT، مقترنـة بتقنيـات الـتعلم الآلي، تجعـل التشـخيص أكـثر تفصـيلاً مـن VIBEX (خبير الاهتزاز) TBL، الذي يتعامل مع سبب الاهتـزاز والحـالات التـي يكـون فيهـا الاحتمال مرتفعًا.

يتم إنشاء DTA بالتعاون مـع خبـير بشري، مـما أدى إلى مجموعـة مـن القواعـد التـي تشكل قاعدة المعرفة للنظام، ثم يتم استخدام خوارزمية بايزي لإنشاء عوامل يقـين للقواعـد. ثم يسـتخدم تحليـل DT الخوارزميـة 47 C4.5 كطريقـة ملائمـة لتجزئـة وتصـنيف البيانـات بشكل منهجي، ويتطلب هذا التخلص من الطبقات التي تمثل سبب الاهتزاز، والسمات التـي تمثل ظاهرة الاهتزاز المطلوبة لمجموعات من العينات لتمكين التعلم الآلي.

ويستخدم C4.5 الاستنتاج الاستقرائي من الأمثلة لبناء شجرة القرارات. وبالتالي، فإنه يلعـب دورًا بحد ذاته كأداة تشخيص للاهتزاز، حيـث يتضـمن vibex مصـفوفة السـبب والنتيجـة، والتـي تضم بعض 1800 من عوامل التقارب المناسبة لرصد وتشخيص الآلات الدوارة.

ثالثاً: التعرف التلقائي على الأسنان:

لأسباب تتعلق بالطب الشرعي، من المهم للغايـة أن تكـون قـادراً عـلى تقيـيم سـجلات الأسنان بسرعة ودقة. وبالنظر إلى وفرة البيانات المتاحـة، لا سـيما نتيجـة الكـوارث الجماعيـة مثل الحروب والكوارث الطبيعية والهجـمات الإرهابيـة، فـإن أتمتـة تحديـد سـجلات الأسـنان ضرورية ومفيدة للغاية.

في عـام 1997، أنشـأ قسـم خـدمات معلومـات العدالـة الجنائيـة (CJIS) في مكتـب التحقيقات الفيدرالي (FBI) فرقة عمل لطب الأسنان (DTF) لتعزيز إنشاء نظام آلي لتحديـد الهوية (ADIS)، وكان الغرض من ADIS هو توفير إمكانات بحث ومواءمة مؤتمتـة للرقـائق التصويرية الرقميـة والصـور الفوتوغرافيـة، مـن أجـل توليـد قائمـة مختصرة لعنـاصر الطـب الشرعي في طب الأسنان.

إن الفلسفة وراء بنية النظام هي استغلال ميزات عالية المستوى لاسترجاع سريع من قائمة المرشحين. حيث يستخدم مكوّن البحث المحتمل في المطابقة هذه القائمة، ثم يعيد ملء قائمة المرشحين باستخدام ميزات الصورة منخفضة المستوى التي يتم خفضها إلى قائمة تطابق قصيرة.

ومن هنا، تتضمن نشرة (1) (archi 1) مكون معالجة أولية للسجل، (2) مكوّن بحث محتمل، و(3) مكون مقارنة الصورة.

رابعاً: المزيد من الأنظمة الخبيرة باستخدام المنطق المعتمد على الحالة:

قد تناولت أعمال Heet al.49 تصميم واجهة أنظمة استرجاع بيانات CBR المستندة إلى الويب، ويشيرون إلى أنه على الرغم من وجود عدد من الأنظمة التي تساعد في دعم العملاء ودعم المبيعات والتشخيص وأنظمة مكتب المساعدة، فقد ركز معظمها على القدرة الوظيفية والتنفيذ بدلاً من تصميم الواجهة، ويعد تصميم الواجهة مكونًا مهمًا في تصميم الأنظمة، ويجب بذل المزيد من الجهود لدراسة النماذج العقلية للمستخدمين للبحث في نظام CBR. حتى يمكن توفير أوصاف المفاهيم مع المخططات المفاهيمية من خلال نظام استرداد CBR لتمكين المستخدمين من تلقي التدريب لتحقيقه مستويات أعلى من التعلم وحل المشكلات.

وقد أظهر كومار وسينغ وسانيال قيمة منهج هجين يجمع بين CBR ونهج قائم على القواعد لدعم اتخاذ القرار المستقل للمجال في وحدة العناية المركزة. تألفت قاعدة الدعوى من عدة مجالات مثل التسمم والحوادث والسرطان والأمراض الفيروسية وغيرها، وقد تم تحفيز المرونة من خلال إعطاء أهمية أكبر لنظام CBR والتأكد من أن القاعدة تتكون من قواعد مشتركة لجميع مجالات وحدة العناية المركزة.

الفصل
الخامس عشر

علم الروبوت
والذكاء الاصطناعي

ويشتمل هذا الفصل على النقاط التالية:

- ✓ مقدمة
- ✓ فئات الربوتات
- ✓ مكونات الروبوت
- ✓ التعلم الآلي وإدراك الروبوت
- ✓ التخطيط لحركات الربوتات
- ✓ حركة الربوتات
- ✓ العمليات السوفيتية الروبوتية

الفصل الخامس عشر

علم الروبوت والذكاء الاصطناعي

الروبوتات هي العوامل المادية التي تؤدي المهام عن طريق التلاعب في العالم المادي، وللقيام بذلك، فهي مجهزة مع المستجيبات، مثل الساقين، والعجلات، والمفاصل، والقابضين، وللربوتات غرض واحد، وهو تأكيد القوى الفيزيائية على البيئة، كما أن الروبوتات مزودة بأجهزة استشعار، مما يسمح لها بإدراك بيئتها، وقد زودت الروبوتات حاليا بمجموعة متنوعة من أجهزة الاستشعار، بما في ذلك الكاميرات والليزر لإدراك البيئة، وأجهزة الجيروسكوب ومقاييس السرعة لقياس حركة الروبوت الخاصة.

فئات الربوتات:

وتقع معظم أجهزة الروبوت اليوم في واحدة من ثلاث فئات أساسية.

الفئة الأولى: هم المتلاعبون، أو أذرع الروبوت، انظر الشكل التالي.



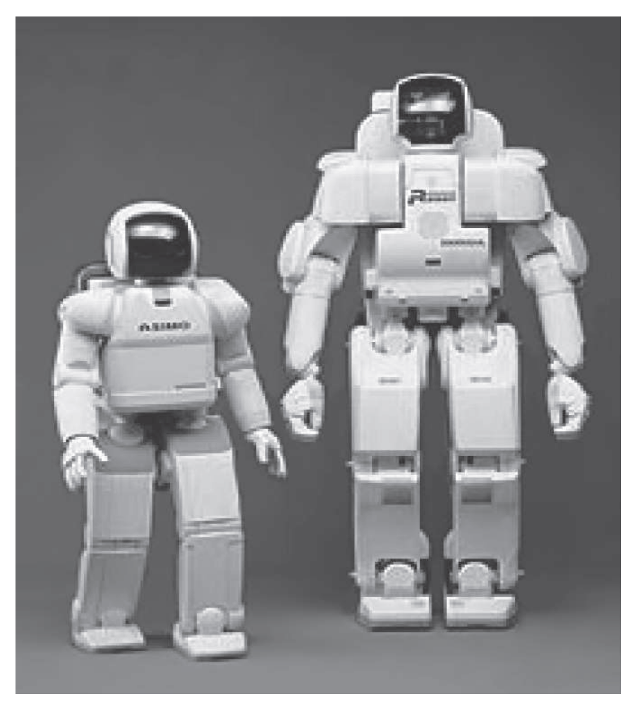
مناور آلي روبوتي لتكديس الأكياس على منصة نقالة

كما ترتكز بدنيًا على أماكن عملهم، على سبيل المثال في خط تجميع المصانع أو على محطة الفضاء الدولية.

عادة ما تتضمن حركة المناورة سلسلة من المفاصل التي يمكن السيطرة عليها، مما يمكن هذه الروبوتات من وضع مفاعلاتها في أي موضع داخل مكان العمل، وأما المتلاعبون فإنهم أكثر أنواع الروبوتات الصناعية شيوعًا، حيث يوجد ما يقرب من مليون وحدة في جميع أنحاء العالم. وتستخدم بعض المتلاعبين المحمول في المستشفيات لمساعدة الجراحين، كما يمكن لعدد قليل من مُصنعي السيارات البقاء على قيد الحياة دون المتلاعب الروبوتية، وقد تم استخدام بعض المتلاعبين لتوليد العمل الفني الأصلي.

الفئة الثانية: هي الروبوت المحمول، وتتحرك هذه الروبوتات في بيئتها باستخدام العجلات أو الأرجل أو الآليات المشابهة، وقد تم استخدامهم لتوصيل الطعام في المستشفيات، ونقل الحاويات في أرصفة التحميل، ومهام مماثلة.

إن المركبات البرية غير المأهولة، أو محركات UGV، تقـود بشـكل مسـتقل في الشـوارع والطرق السريعة والطرق الوعرة، كما أنه تـم استكشـاف المسـبار الكـوكبي المبـين في الشـكل التالي لكوكب المريخ لمدة 3 أشهر في عام 1997.



روبوتات "هوندا P3" و"روبوتات اسيمو"

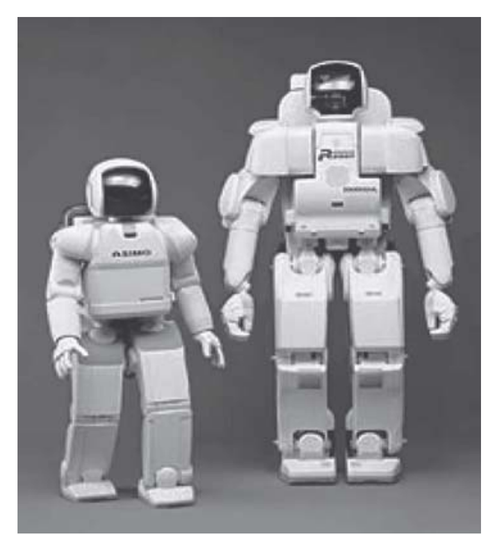
وهناك أنواع أخرى من الروبوتات المتنقلة تشمل المركبـات الجويـة غـير المأهولـة (الطـائرات بدون طيار)، وتستخدم عادة للمراقبة، رش المحاصيل، وغير ذلك من المهام الأخرى.

في الشكل التالي نرى الروبوت "بريداتور"، مركبة جوية بدون طيار (UAV) المسـتخدمة من قبل الجيش الأمريكي، وهو روبوت متحرك يستكشف سطح المريخ في تموز/ يوليه 1997.

العمليات العسكرية، كما هو موضح في الشكل التالي طائرة بدون طيار شائعة الاستخدام من قبل الجيش الأمريكي، وتستخدم المركبات تحت الماء المستقلة (AUVs) في استكشاف أعماق البحار، كما تعمل روبوتات الهاتف المحمول على توصيل الحزم في مكان العمل وفراغ الأرضيات في المنزل، في حين نجد النوع الثالث من الروبوت يجمع بين التنقل والتلاعب، وغالبا ما يسمى "مناور المحمول".



الروبوتات البشرية تحاكي الجذع البشري، ويوضح الشكل التالي اثنين من الروبوتات البشرية في وقت مبكر، تصنعها شركة "هوندا" في اليابان، أو غيرها، والمتلاعبون المحمولة يمكن تطبيق مفاعلاتهم في أماكن أبعد من المتلاعبين المرساة، لكن مهمتهم تصبح أكثر صعوبة لأنهم لا يمتلكون الصلابة التي توفرها المرساة.



الفئة الثالثة: يشمل مجال الروبوتات أيضًا الأجهزة التعويضية (الأطراف الاصطناعية والأذنين والعينين للإنسان) والبيئات الذكية (مثل المنزل بالكامل المزوّد بأجهزة استشعار ومؤثرات) والأنظمة متعددة الأجسام، حيث يتم تحقيق الحركة الآلية من خلال أسراب صغيرة من الروبوتات المتعاونة، ويجب أن تتعامل الروبوتات الحقيقية مع البيئات التي يمكن ملاحظتها جزئيًا، بشكل عشوائي، وديناميكي، ومستمر، لأن العديد من بيئات الروبوت متسلسلة ومتعددة أيضا، وعن الملاحظة الجزئية والاستوكاستك فهي نتيجة للتعامل مع عالم كبير ومعقد، في حين آخر لا تستطيع كاميرات روبوت الرؤية حول الزوايا، وتخضع أوامر الحركة إلى عدم اليقين بسبب الانزلاق الذي ينزلق، والاحتكاك، وما إلى ذلك، كذلك، يرفض العالم الحقيقي العمل بعناد أسرع من الوقت الحقيقي في بيئة محاكية.

ومن الممكن استخدام خوارزميات بسيطة (مثل خوارزمية Q-learning) للتعلم في بضع ساعات للمعالج من ملايين التجارب في بيئة حقيقية، قد يستغرق الأمر سنوات لإجراء هذه التجارب، علاوة على ذلك، تسبب الأعطال الحقيقية.

على عكس المحاكاة، تحتاج الأنظمة الروبوتية العملية إلى تجسيد المعرفة المسبقة عن الروبوت، وبيئته المادية، والمهام التي سيؤديها الروبوت حتى يتمكن الروبوت من التعلم بسرعة والأداء بأمان، فهي تجمع العديد من المفاهيم، بما في ذلك تقدير الحالة الاحتمالية والإدراك والتخطيط والتعلم غير الخاضع للإشراف وتعلم التعزيز.

مكونات الروبوت:

يتكون الربوت من مجموعة من الأجزاء نذكرها بالتفصيل فيما يلي:

أولاً: المجسات(أجهزة الاستشعار):

أجهزة الاستشعار هي الواجهة الإدراكية بين الروبوت والبيئة، ومن أجهزة الاستشعار الفعالة، الكاميرات، فهي تعمل كمراقبين حقيقيين للبيئة؛ فهي تلتقط الإشارات التي تولدها مصادر أخرى في البيئة.

وإن أجهزة الاستشعار النشيطة، مثل السونار، ترسل الطاقة إلى البيئة، وتعتمد على حقيقة أن هذه الطاقة تنعكس مرة أخرى على جهاز الاستشعار، كما تميل أجهزة الاستشعار النشطة إلى توفير معلومات أكثر من أجهزة الاستشعار غير الفعالة، ولكن على حساب زيادة استهلاك الطاقة ومع وجود خطر التداخل عند استخدام أجهزة استشعار نشطة متعددة في نفس الوقت، سواء كانت نشطة أو سلبية.

يمكن تقسيم المستشعرات إلى ثلاثة أنواع، اعتمادًا على ما إذا كانوا يستشعرون البيئة، أو موقع الروبوت، أو التكوين الداخلي للروبوت، فإن أجهزة اكتشاف المدى هي أجهزة استشعار تقيس المسافة للأجسام القريبة.

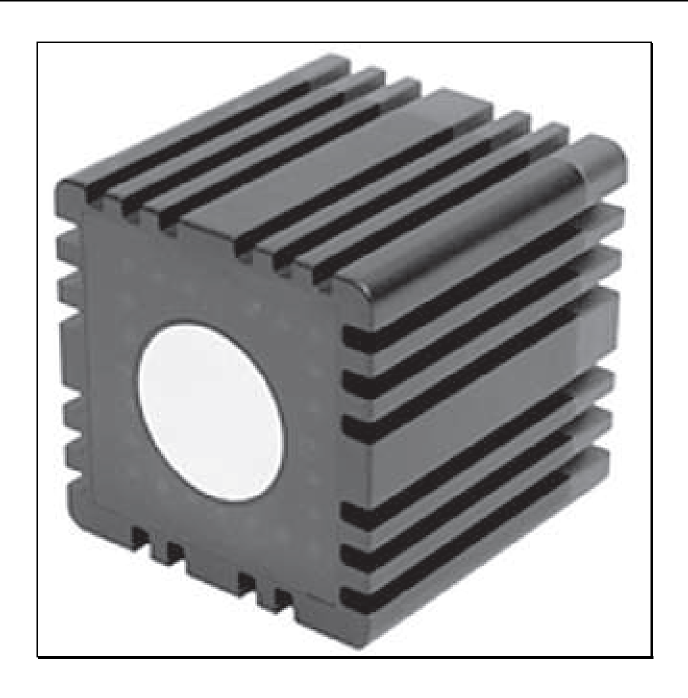
الفئة الأولى:

وفي الأيام الأولى من الروبوتات، كانت أجهزة الروبوت مجهزة عادة بأجهزة استشعار السونار، حيث تقوم مستشعرات سونار بنشر موجات صوتية اتجاهية، كما تنعكس من خلال الكائنات مع بعض الأصوات التي تصنعها أثناء العودة إلى جهاز الاستشعار، ويشير وقت وشدة الإشارة العائدة إلى المسافة إلى الأجسام القريبة.

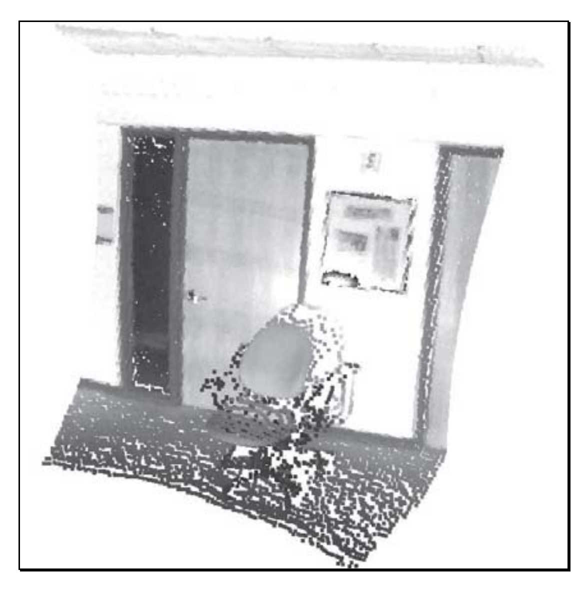
"سونار" هي التكنولوجيا المفضلة للمركبات تحت الماء المستقلة، لأنها تعتمد رؤية الاستريو على كاميرات متعددة لتصوير البيئة من وجهات نظر مختلفة قليلاً، وتحليل الاختلاف في المنظر في هذه الصور لحساب نطاق الكائنات المحيطة.

أما بالنسبة إلى الروبوتات الأرضية المتحركة، فنادرًا ما يتم استخدام السونار ورؤية الاستريو نظرًا لأنها غير دقيقة بشكل موثوق، وقد تم تجهيز معظم الروبوتات الأرضية الآن بموزع المدى البصري، تمامًا مثل مستشعرات السونار، تُصدر مستشعرات النطاق البصري إشارات نشطة (الضوء) تقيس الوقت حتى يصل انعكاس هذه الإشارة إلى المستشعر.

يوضح الشكل التالي كاميرا الطيران



تستحوذ هذه الكاميرا على صور المدى مثل الصورة الموضحة في الشكل التالي بمعدل 60 إطارًا في الثانية.



وتستخدم أجهزة استشعار أخرى للمجموعة مثل عوارض الليزر وكاميرات خاصة ذات (1 بيكسل) يمكن توجيهها باستخدام الترتيبات المعقدة للمرايا أو العناصر الدوارة، وتسمى هذه المستشعرات lidars (اختصارًا للكشف عن الضوء وتحديد المدى)، ويميل اللامرار الممسوح ضوئيًا إلى توفير نطاقات أطول من وقت كاميرات الطيران، ويميل إلى الأداء بشكل أفضل في ضوء النهار الساطع.

وتشمل أجهزة الاستشعار الأخرى شائعة المدى الرادار، والذي غالبا ما يكون هو المستشعر المفضل للطائرات بدون طيار، كما يمكن لأجهزة استشعار الرادار قياس المسافات لعدة كيلومترات،

على الطرف الآخر من أجهزة الاستشعار عن بعد هو أجهزة استشعار اللمس مثل الشعيرات، والجلد الحساس الذي يعمل باللمس، وتقيس هذه المجسات المدى بناءً على الاتصال الجسدي، ويمكن نشرها فقط من أجل استشعار الأشياء القريبة جدًا من الروبوت.

الفئة الثانية:

وهي فئة مهمة من أجهزة الاستشعار هي أجهزة استشعار الموقع، حيث تستخدم معظم أجهزة استشعار الموقع استشعار النطاق كمكون أساسي لتحديد الموقع في الخارج، ويعد نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) هو المثال الأكثر شيوعًا، ويقيس GPS المسافة إلى الأقمار الصناعية التي تصدر إشارات نابضة.

في الوقت الحاضر، هناك 31 قمرا صناعيا في المدار، تنقل إشارات على ترددات متعددة، وتستطيع أجهزة استقبال النظام العالمي تحديد المواقع عن طريق استعادة المسافة إلى هذه الإشارات عن طريق تحليل نوبات الطور بتثليث الإشارات من GPS ويمكن للمستقبلات تحديد موقعها المطلق على الأرض على بعد بضعة أمتار.

يشتمل نظام GPS التفاضلي على مستقبل أرضي ثانٍ ذي موقع معروف، مما يوفر دقة ملليمتر في ظل ظروف مثالية، لسوء الحظ لا يعمل GPS في الداخل أو تحت الماء، فيتم

تحقيق التعريب في كثير من الأحيان من خلال ربط المنارات في البيئة في المواقع المعروفة، ثـم تمتلئ العديد من البيئات الداخلية بالمحطات الأساسية اللاسلكية، والتي يمكن أن تساعد الروبوتات في التعريب عبر تحليل الإشارة اللاسلكية تحت الماء، كما يمكن أن توفر منارات السونار النشطة إحساسًا بالموقع، وذلك باستخدام الصوت لإعلام الـ AUVs بمسافاتها النسبية إلى تلك المنارات.

الفئة الثالثة

المهمة هي أجهزة الاستشعار التحسسية، التي تبلغ الروبوت من تلقاء نفسها لقياس التكوين الدقيق للمفصل الآلي، غالباً ما يتم تجهيز المحركات مع أجهزة فك رموز العمود التي تعد ثورة المحركات بزيادات صغيرة على أذرع الروبوت، ويمكن أن توفر أجهزة فك رموز العمود معلومات دقيقة على أي فترة زمنية، في روبوتات الهواتف المحمولة، يمكن استخدام أجهزة فك التشفير التي تنقل تقارير عن ثورات العجلات لقياس المسافات مثل قياس المسافة المقطوعة، ولسوء الحظ، تميل العجلات إلى الانجراف والانزلاق، لذا فإن قياس المسافات غير دقيق فقط عبر مسافات قصيرة، مع القوى الخارجية، مثل التيار من أجل AUVs والرياح للطائرات بدون طيار، فتزيد من عدم اليقين الموضعي.

تتميز أجهزة الاستشعار بالقصور الذاتي، مثل الجيروسكوبات، على مقاومة الكتلة لتغير السرعة، كما يمكن أن تساعد في الحد من عدم اليقين، ويتم قياس الجوانب الهامة الأخرى لحالة الإنسان الآلي من خلال أجهزة استشعار القوة وعزم الدوران، حيث لا يمكن الاستغناء عنها عندما تتعامل الروبوتات مع الأشياء التي يكون شكلها وموقعها غير معروفين.

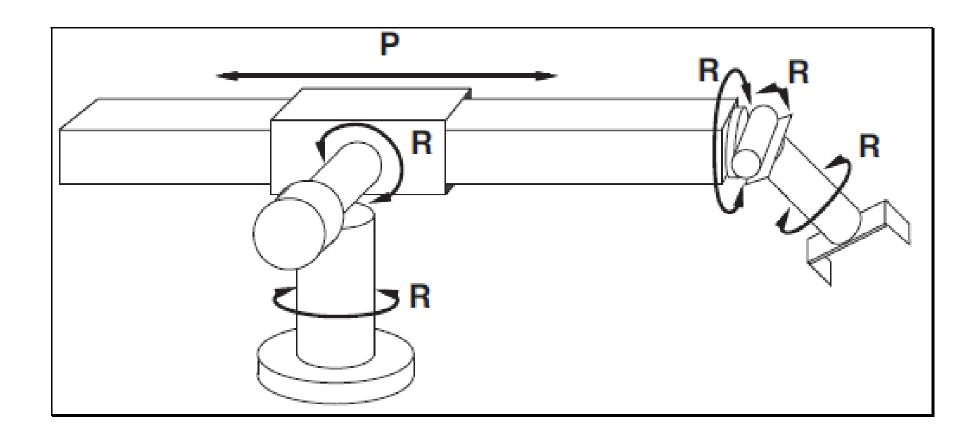
وتخيل أحد المناورات الروبوتية في مصباح كهربائي، وسيكون من السهل للغاية تطبيق الكثير من القوة وكسر اللمبة. وقد تسمح أجهزة استشعار القوة للإنسان أن يدرك مدى صعوبة احتجاز المصباح، كما تسمح مستشعرات العزم بإحساس مدى صعوبة تحوله، ويمكن لأجهزة الاستشعار الجيدة قياس القوى في جميع الاتجاهات الثلاثة متعدية

وثلاثية الدوران، إنهم يفعلون ذلك بتردد عـدة مئـات مـن المـرات في الثانيـة، بحيـث يـتمكن الروبوت من اكتشاف القوى غير المتوقعـة بسرعـة وتصـحيح أفعالـه قبـل أن يـكسر مصـباحًا ضوئيًا.

ثانياً: المؤثرات (المنشطات):

المنشطات هي الوسيلة التي تتحرك بها الروبوتات وتغير شكل أجسامها، ولفهم تصـميم المستجيبات، مما يساعد على التحدث عن الحركـة والشـكل، باسـتخدام مفهـوم درجـة الحريـة (DOF) نحسب درجة واحدة من الحرية لكل اتجاه مسـتقل يكـون فيـه الروبـوت، أو أحـد المستجيبين، ويمكن أن تتحرك على سبيل المثال، لـدى روبـوت متنقـل جامـد مثـل AUV سـت درجات من الحرية، وثلاثة لموضعه (x ،y ،z) في الفضـاء وثلاثـة لاتجاهـه الـزاوي، والمعـروف باسم yaw، وroll، وpitch، تحدد هذه الست درجات الحالة الديناميكية، أو وضع الروبـوت، وتشمل الحالة الديناميكية للإنسان هذه الستة بالإضافة إلى ستة أبعاد إضافية لمعدل التغيـير لكل بعد حركي، أي سرعاتها بالنسبة للهيئات غير الجامدة.

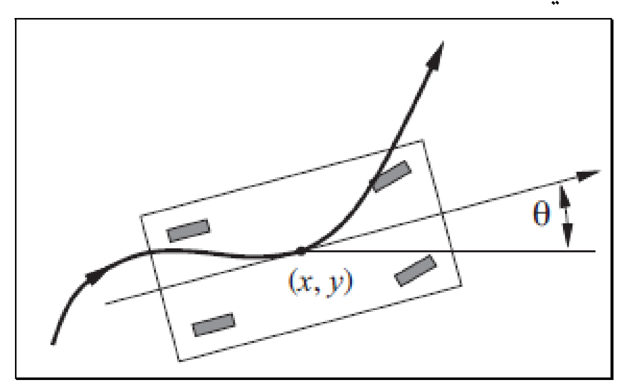
هناك درجات إضافية من الحرية داخل الروبوت نفسه. على سـبيل المثـال، يمتلـك مرفـق ذراع الإنسان درجتين مـن الحريـة، يمكـن ثنـي الـذراع العلـوي نحـوه أو بعيـد عنـه، ويمكـن تدويرها اليمين أو اليسار، المعصـم لـه ثـلاث درجـات مـن الحريـة يمكـن أن تتحـرك صـعوداً وهبوطاً، جنباً إلى جنب، ويمكن أيضاً تدوير مفاصل الروبوت أيضاً درجة واحـدة أو اثنتـين أو ثلاث درجات من الحرية، فلكل منها مطلوب ست درجات من الحرية لوضع كائن، مثل اليد، عند نقطة معينة في اتجاه معين، مثل الذراع في الشكل التالي لديه ست درجات مـن الحريـة، تم إنشاؤها بواسطة خمسة مفاصل متجذرة تولد حركة دورانية ومفصل منشوري واحد يولد حركة انزلاقية، يمكنك التحقق من أن ذراع الإنسان ككـل لـديها أكـثر مـن سـت درجـات مـن الحرية من خلال تجربة بسيطة: ضع يدك عـلى الطاولـة ولاحـظ أنـه لا يـزال لـديك الحريـة لتدوير المرفق دون تغيير تكوين يدك.



المتلاعبون الذين لديهم درجات إضافية من الحرية أسهل في التحكم من الروبوتات مـع الحد الأدنى من عدد DOFs فقط لذلك، فإن العديد من المتلاعبين الصـناعيين يمتلكـون سـبع صناديق فرعية، وليس سـتة بالنسـبة للروبوتـات المتنقلـة، ولا تكـون دالات السـحب المبـاشر بالضرورة نفس عدد عناصر الدفع.

ضع في اعتبارك، على سبيل المثال، متوسط سيارتك: يمكن أن يتحرك للأمـام أو للخلـف، ويمكن أن يتحول، مع إعطائه سيارتي DOFs في المقابل، يكون التكوين الحركي للسـيارة ثـلاثي الأبعاد: على سطح مستو مفتوح، يمكن للمرء بسهولة مناورة السيارة إلى أي نقطـة (س، ص)، في أي اتجاه.

انظر الشكل التالي



وهكذا، فإن السيارة لديها ثلاث درجات فعالة من الحرية ولكن يوجد اثنين فقط من درجات الحرية.

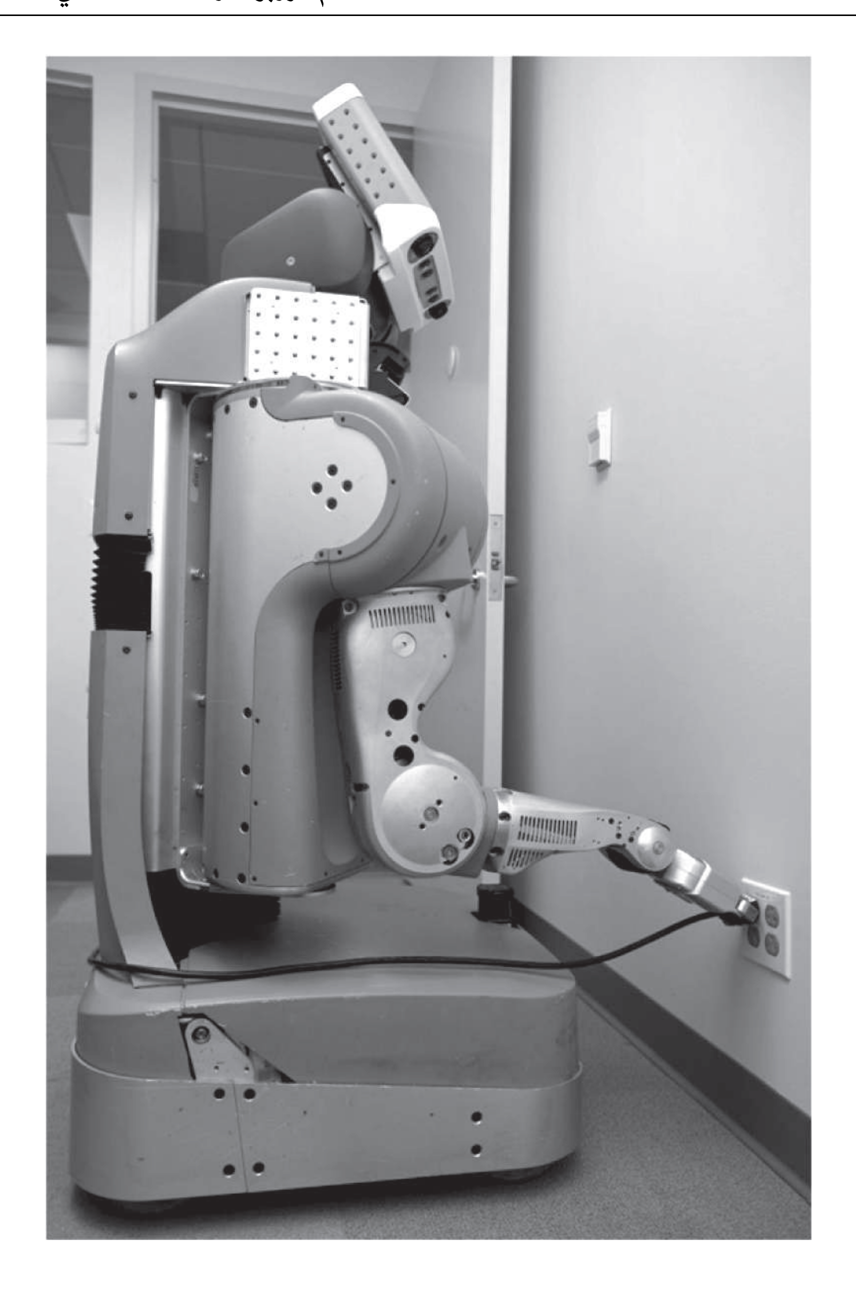
نقول إن الروبوت هو غير فني إذا كان يحتوي على ملفات DOFs أكثر فاعلية من ملفات DOFs التي يمكن التحكم بها وموضوعية إذا كان الرقمان متماثلين، فمن الأسهل التحكم في الروبوتات الآلية، وسيكون من الأسهل بكثير ركن السيارة التي يمكن أن تتحرك جانبيا، وكذلك إلى الأمام والخلف، لكن الروبوتات الآلية هي أيضا أكثر تعقيدا ميكانيكيا.

إن معظم أذرع الروبوتات هي أدوات مبدئية، ومعظم الروبوتات المتحركة غير متخصصة، فتجد لدى الروبوتات المتحركة مجموعة من آليات الحركة، بما في ذلك العجلات والمسارات والساقين، وتمتلك روبوتات القيادة التفاضلية عجلتين مدفوعتين بشكل مستقل (أو مسارات)، واحدة على كل جانب، كما في الدبابة العسكرية، فإذا تحركت كلتا العجلتين بنفس السرعة، يتحرك الروبوت على خط مستقيم، وإذا تحركوا في اتجاهين متعاكسين، يتحول الروبوت على الفور، والبديل هو محرك التزامن، حيث يمكن لكل عجلة التحرك حول محورها الخاص لتجنب الفوضى، ويتم تنسيق العجلات بإحكام عندما تتحرك بشكل مستقيم، على سبيل المثال، تشير جميع العجلات في نفس الاتجاه وتتحرك بنفس السرعة، كل من محركات الأقراص التفاضلية والمتزامنة.

بعض الروبوتات الأكثر تكلفة تستخدم محركات الأقراص ذات الطراز العالمي، والتي لديها ثلاث عجلات أو أكثر يمكن توجيهها ونقلها بشكل مستقل، وبعض روبوتات الهواتف المحمولة تمتلك أسلحة.

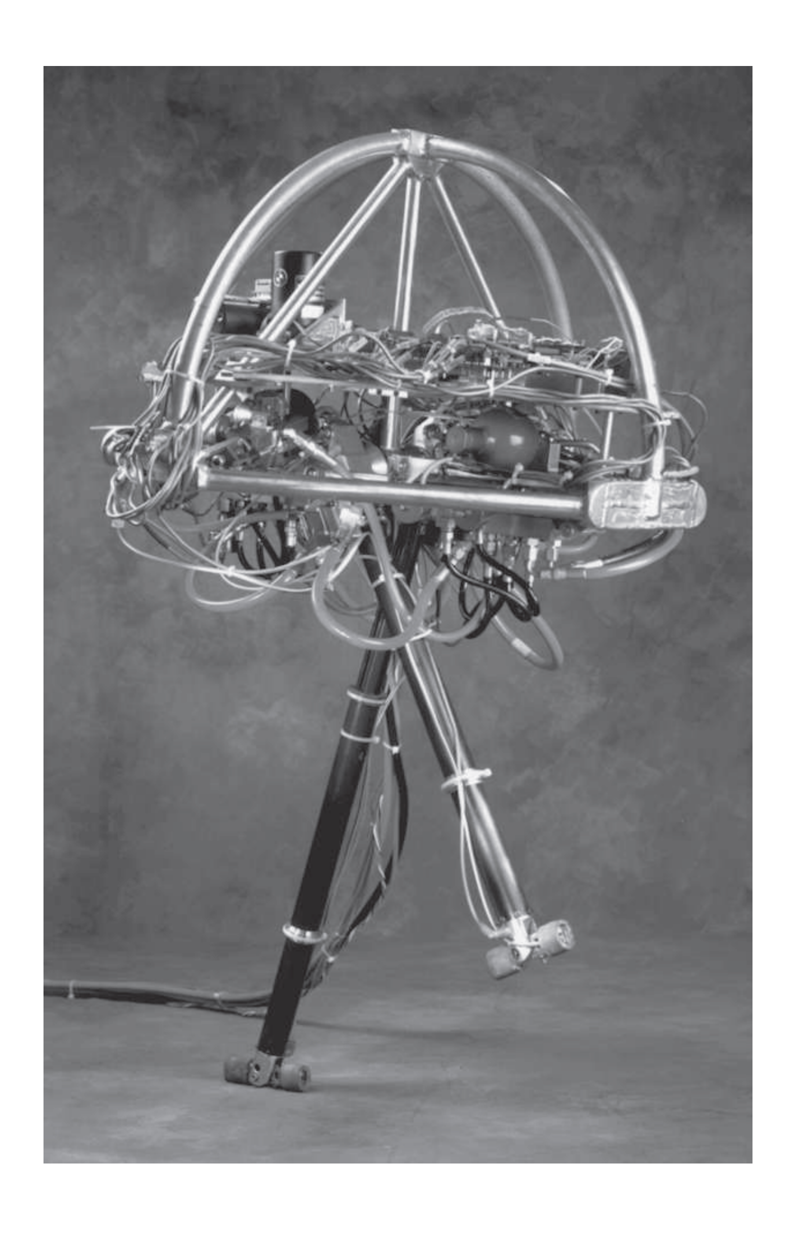
تستخدم الأسلحة الروبوتية للتعويض عن الجاذبية، وتوفير الحد الأدنى من المقاومة للقوى الخارجية، ومثل هذا التصميم يقلل من الخطر المادي على الأشخاص الذين قد يتعثرون في مثل هذا الروبوت.

انظر الشكل التالي يعرض روبوتًا مسلحًا.



هذا هو الاعتبار الـرئيس في نشر الروبوتـات في البيئـات المحليـة، ويمكـن للأرجـل، عـلى عكس العجلات، حيث التعامل مع التضاريس الوعرة. ومع ذلـك، فـإن الأرجـل تكـون بطيئـة السرعة على الأسطح المستوية، وهي صعبة الإنشاء ميكانيكياً.

حاول الباحثون في مجال الروبوتات اكتشاف علامات تتراوح من ساق واحدة إلى عشرات الأرجل، وفعلا فلقد تم صنع الروبوتات المسطحة للمشي والركض وحتى القفزة كما نـرى مـع الروبوت المبتور في الشكل التالي.



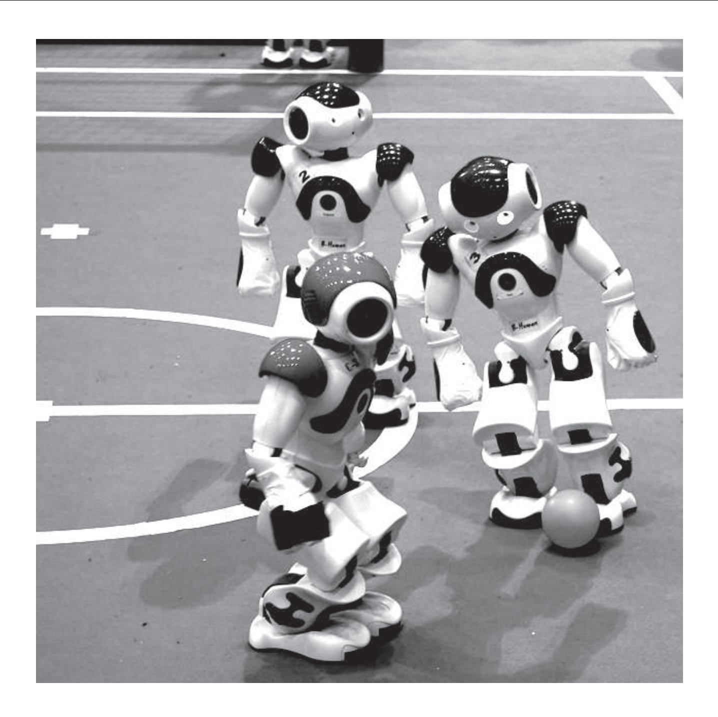
فهذا الروبوت مستقر بشكل حيوي، مما يعني أنه يمكن أن يبقى منتصبا أثناء التنقل، إلا أن الروبوت الذي يمكن أن يبقى مستقيماً دون تحريك أرجله يسمى ثابتاً بشكل ثابت، ويكون الروبوت آليًا ثابتًا إذا كان مركز ثقله فوق المضلع الممتد من ساقيه.

وقد يبدو الروبوت (رباعي الأرجل) كما المبين في الشكل التالي ثابتًا بشكل ثابت.



ومع ذلك، فإنه يمشي عن طريق رفع أرجل متعددة في نفس الوقت، مما يجعله مستقرًا ديناميكيًا، كما يمكن للإنسان الآلي السير على الثلج والجليد، ولن يسقط حتى لو طردته.

الروبوتات ذات الساقين مثل تلك الموجودة في الشكل التالي هي مستقرة ديناميكياً، وهناك طرق أخرى للحركة ممكنة.



تستخدم المركبات الجوية مراوح أو توربينات؛ وتستخدم المركبات غير المستخدمة في المياه المراوح أو الحشوات، على غرار تلك المستخدمة في الغواصات، فإن المناطيد الروبوتية تعتمد على التأثيرات الحرارية للحفاظ على نفسها وعلى أجهزة الاستشعار.

والمستجيبات وحدها لا تصنع روبوتًا، فالروبوت الكامل يحتاج أيضًا إلى مصدر قوة لدفع مفاعليها، وبالنسبة للمحرك الكهربائي فهو الآلية الأكثر شيوعًا لكل من عمليات التحريك، ولكن التشغيل الهوائي باستخدام الغاز المضغوط والتحكم الهيدروليكي باستخدام السوائل المضغوطة يكون له أيضًا منافذ للتطبيقات.

ثالثاً: التصور الروبوتي (الإدراك الحسي):

الإدراك الحسي هو مكون أساسي من مكونات الروبوت حقيقي، حيث يعني أن يكون الربوت قادراً على إدراك البيئة والرد عليها والتصرف حيالها.

وعادة ما تتضمن هذه التفاعلات حركة، وهذه مهمة أساسية للروبوتات. كما هو

شائع في علوم أجهزة الكمبيوتر، غالباً ما يتم تمثيل حالات الأنظمة الإلكترونيـة بواسـطة s , 1 0s أو الأرقام الثنائية.

واعتمادا على عدد من هذه المحسات المعنية، هناك مجموعات من التصورات (حـالات أجهزة الاستشعار) التي يمكن أن تكون الروبوت.

وتستخدم أجهزة الاستشعار لتمثيل الحالة الداخلية والخارجية للروبـوت. ويشـير العـالم الـداخلي إلى حالـة الروبـوت الخاصـة كـما يراهـا. وتشـير الحالـة الخارجيـة إلى كيفيـة إدراك الروبوت للعالم الذي يتفاعل معه.

ويمثل تمثيل الدول الداخلية والخارجية (أو النماذج الداخلية) للروبوتات مسألة تصميم مهمة.

رابعاً: التعريب ورسم الخرائط (الاستكشاف):

التوطين هو مشكلة اكتشاف أماكن الأشياء بما في ذلك الروبوت نفسه، إن المعرفة حـول مكان الأشياء هي جوهر أي تفاعل فيزيائي ناجح مـع البيئـة. عـلى سـبيل المثـال، يجـب عـلى المتلاعبين بـالروبوت معرفـة موقـع الأشـياء التـي يسـعون إلى التلاعـب بهـا؛ كـما يجـب عـلى الروبوتات الملاحية أن تعرف مكان وجودها لتجد طريقها.

لابد من الإشارة إلى أنه ليست كل تصـورات الروبـوت عـن التعريـب ورسـم الخـرائط، فالروبوتات تدرك أيضًا درجة الحرارة والروائح والإشـارات الصـوتية ومـا إلى ذلـك. كـما يمكـن تقدير العديد من هذه الكميات باستخدام متغيرات شـبكات بـايز الديناميكيـة، كـل مـا هـو مطلوب لمثل هذه التقديرات هو توزيعات الاحـتمالات الشرطيـة التـي تميـز تطـور متغـيرات الحالة بمرور الوقت، ونماذج المستشعر التي تصف علاقة القياسات بمتغيرات الحالة.

من الممكن أيضًا برمجة إنسان آلي كعامل رد الفعل، دون التفكـير بوضـوح في التوزيعـات الاحتمالية على الولايات، هذا الاتجاه في علم الروبوتات هو بوضوح يتجه نحو التمثيلات مـع دلالات محـددة بدقـة، تتفـوق التقنيـات الاحتماليـة عـلى الأسـاليب الأخـرى في العديـد مـن

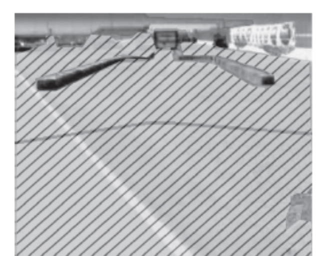
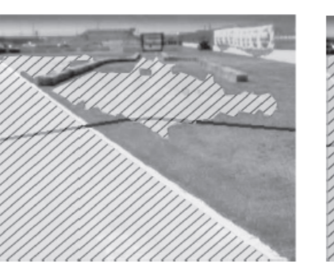
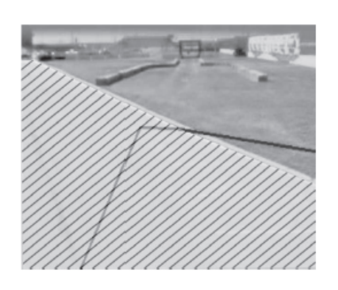
المشاكل الإدراكية القوية مثل التعريب ورسم الخرائط، ومع ذلك، فإن التقنيات الإحصائية تكون في بعض الأحيان مرهقة للغاية، وقد تكون الحلول الأبسط فعالة في الممارسة، للمساعدة في تحديد النهج الذي يجب اتباعه، فإن تجربة العمل مع روبوتات حقيقية حقيقية هي أفضل معلم لديك.

التعلم الآلي وإدراك الروبوت:

يلعب التعلم الآلي دورًا مهمًا في إدراك الإنسان الآلي، وهذا هو الحال بشكل خاص عندما لا يكون أفضل تمثيل داخلي معروفً، يتمثل أحد الأساليب الشائعة في تعيين تيارات الاستشعار ذات الأبعاد العالية في مسافات منخفضة الأبعاد باستخدام طرق تعلم آلية غير خاضعة للإشراف، ويسمى هذا النهج التضمين منخفض الأبعاد، حيث يجعل التعلم الآلي من الممكن تعلم نماذج المستشعرات والحركة من البيانات، بينما يكتشف في نفس الوقت تمثيلات داخلية مناسبة.

وتمكن تقنية تعلم الآلة الروبوتات من التكيف باستمرار مع التغييرات الواسعة في قياسات الإحساس، صوّر نفسك وأنت تسير في الفضاء المضاء بالشمس في غرفة مظلمة مضاءة بالنيون، ستجد من الواضح أن الأمور أكثر قتامة في الداخل، لكن تغيير مصدر الضوء يؤثر أيضًا على جميع الألوان، حيث يحتوي ضوء النيون على عنصر أقوى من الضوء الأخضر مقارنة بأشعة الشمس، ومع ذلك يبدو أننا لا نلاحظ التغيير إذا كنا نسير مع أشخاص إلى غرفة مضاءة بالنيون، فإننا لا نعتقد أن وجوههم أصبحت فجأة خضراء، ويتكيف تصورنا بسرعة مع ظروف الإضاءة الجديدة، ويتجاهل دماغنا الاختلافات.

تمكن تقنيات الإدراك المتكيف الروبوتات من التكيف مع هذه التغييرات، ويرد مثال واحد في الشكل التالي مأخوذ من مجال القيادة الذاتية:

هنا تتكيف مركبة أرضية غير مأهولة مع المصنف الخاص بها "السطح القابل للقيادة"، كيف يعمل هذا؟ يستخدم الروبوت الليزر لتوفير تصنيف لمنطقة صغيرة أمام الروبوت، عندما يتم العثور على هذه المنطقة مسطحة في مسح المدى الليزري، يتم استخدامها كمثال تدريب إيجابي لمفهوم "السطح القابل للقيادة"، ويتم بعد ذلك تدريب أسلوب خليط من غاوسين مشابه لخوارزمية EM في التعرف على معاملات اللون والملمس المحددة من رقعة العينة الصغيرة.

الصور في الشكل السابق هي نتيجة تطبيق هذا المصنف على الصورة الكاملة، هذه الطرق التي تجعل الروبوتات تجمع بيانات التدريب الخاصة بها (مع الملصقات!) تسمى ذاتية الإشراف عليها.

في هذه الحالة، يستخدم الروبوت التعلم الآلي للاستفادة من جهاز استشعار قصير المدى يعمل بشكل جيد لتصنيف التضاريس في جهاز استشعار يمكن أن يرى أبعد بكثير، ويتيح ذلك للإنسان أن يقود بسرعة أكبر، أو يتباطأ فقط عندما يقول نموذج المستشعر أن هناك تغييرا في التضاريس يحتاج إلى فحص أكثر دقة من قبل أجهزة الاستشعار قصيرة المدى.

خامساً: المنافذ والمفاعلات المشغلات

وهي المكونات التي تمكن الروبوت من اتخاذ إجراء، حيث يستخدمون الآليات الكامنة، مثل العضلات والمحركات، لأداء وظائف مختلفة، ولكن بشكل رئيس للتنقل والتلاعب.

ويشمل التحريك والتلاعب حقلين فرعيين رئيسيين من الروبوتات. يتعلق الأمر

الأول بالحركة (أي أرجل الروبوتات)، بينما يهتم الأمر الثاني بمعالجة الأشياء (أي أذرع إنسان آلي).

سادسا: أجهزة التحكم

وهي الأجهزة و/ أو البرامج التي تمكن الروبوت من أن يكون مستقلاً ؛ ومن هنا الأجهزة التي تتحكم في قراراتهم - أو عقولهم.

إذا كان البشر يسيطرون جزئياً أو كلياً على البشر، فإنهم ليسوا مستقلين.

التخطيط لحركات الربوتات:

للربوتات حركات مترابطة وحركات غير مترابطة يتم التخطيط لمسار كل نوع من الحركات بطرق مختلفة نتعرض لها فيما يلي:

(1) التخطيط لحركة الربوتات المترابطة:

تأتي جميع مداولات الروبوت لتقرر كيفية نقل المستجيبات، حيث تتمثل مشكلة الحركة من نقطة إلى نقطة في تسليم الروبوت أو مفعوله النهائي إلى موقع مستهدف محدد، هذا التحدي الأكبر هو مشكلة الحركة المتوافقة، التي يتحرك فيها الإنسان الآلي بينما يكون في اتصال جسدي مع عائق.

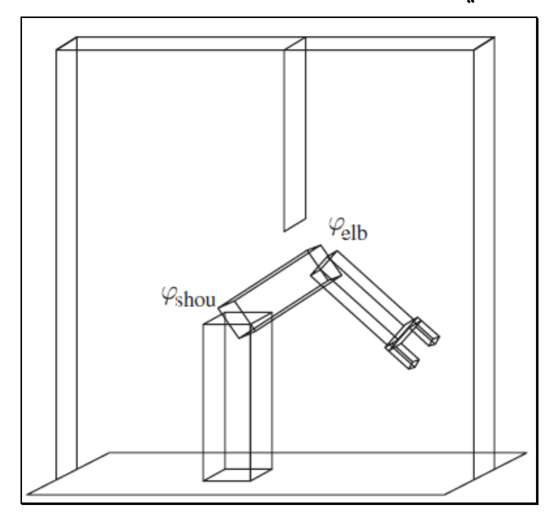
مثال للحركة المتوافقة هو مناور آلي يعمل على اللوالب في مصباح كهربائي، أو إنسان آلي يدفع علبة عبر سطح الطاولة، نبدأ بالبحث عن تمثيل مناسب يمكن من خلاله وصف مشاكل تخطيط الحركة وحلها، ولقد تبين أن مساحة التهيئة، أو مساحة حالات الروبوت المعرفة بالموقع والاتجاه وزوايا المفاصل هي مكان أفضل للعمل من الفضاء الثلاثي الأبعاد الأصلي.

تتمثل مشكلة تخطيط المسار في العثور على مسار من تكوين إلى آخر في مساحة التكوين.

إن المضاعفات التي أضافتها الروبوتات هي أن تخطيط المسار يتضمن مساحات مستمرة. فهناك طريقتان رئيسيتان المسار هما: تحلل الخلية وهيكلة العظام، وكل منها يقلل

من مشكلة تخطيط مسار مستمر إلى مشكلة منفصلة في البحث عن الرسم البياني.

سنبدأ بتمثيل بسيط لمشكلة بسيطة في حركة الروبوت، وهي النظر في ذراع الروبوت، كما هو مبين في الشكل التالي



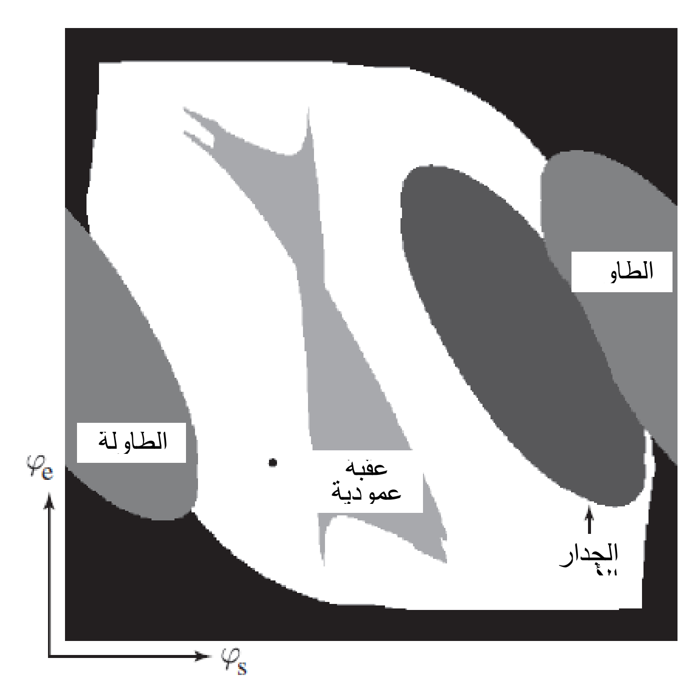
إن لديها اثنين من المفاصل التي تتحرك بشكل مستقل، إن تحريك المفاصل يغير الإحداثيات (x ،y) للمرفق والقبضة، و(لا يمكن أن يتحرك الذراع في اتجاه z)، وهذا يشير إلى أنه يمكن وصف تكوين الروبوت بواسطة إحداثيات رباعية الأبعاد: (xe ،ye) لموقع الكوع بالنسبة للبيئة و(xg ،yg) للموقع القابض.

من الواضح أن هذه الإحداثيات الأربعة تميز الحالة الكاملة للروبوت، وهي تشكل ما يعرف باسم تمثيل مساحة العمل، حيث يتم تحديد إحداثيات الروبوت في نفس نظام الإحداثيات مثل الأشياء التي يسعى إلى التلاعب بها (أو تجنبها).

تكون تمثيلات مساحة العمل مناسبة تمامًا لفحص التصادم، خاصةً إذا كان الروبوت وجميع الكائنات ممثلة بنماذج مضلعة بسيطة.

تكمن المشكلة في تمثيل مساحة العمل في أنه ليس بالإمكـان تحقيـق جميـع إحـداثيات مساحة العمل، حتـى في غيـاب العوائـق، ويرجـع ذلـك إلى وجـود قيـود ربـط عـلى مسـاحة إحداثيات مساحة العمل القابلة للتحقيـق، عـلى سـبيل المثـال، يكـون موضـع الكـوع (xe ،ye) وموضع القابض (xg ،yxg) دائمًا مسافة ثابتة، لأنهما متصلتان بواسطة ساعد صـلب، ويواجـه مخطط الحركة الروبوتية الذي يتم تحديده عبر إحداثيات مساحة العمل التحدي المتمثـل في توليد مسارات تلتزم بهذه القيود.

الشكل السابق هو تمثيل لمساحة العمل لذراع الروبوت مع صندوقين DOFs، ومساحة العمل هي عبارة عن صندوق مع عقبة مستوية تتدلى من السقف. أما في الشكل التالي يكون الفضاء هو التكوين لنفس الروبوت، هذه المناطق البيضـاء فقـط في المسـاحة هــي تكوينـات خالية من التصادمات، وتتطابق النقطة في هذا المخطـط مـع تكـوين الروبـوت الموضـح عـلى اليسار.



لأن مساحة الولاية مستمرة والقيود غير خطية، وتبين أنه من الأسهل التخطيط باستخدام تمثيل مساحة التكوين بدلاً من تمثيل حالة الروبوت بواسطة إحداثيات ديكارتية لعناصرها، فإننا نمثل الدولة عن طريق تكوين مفاصل الروبوت.

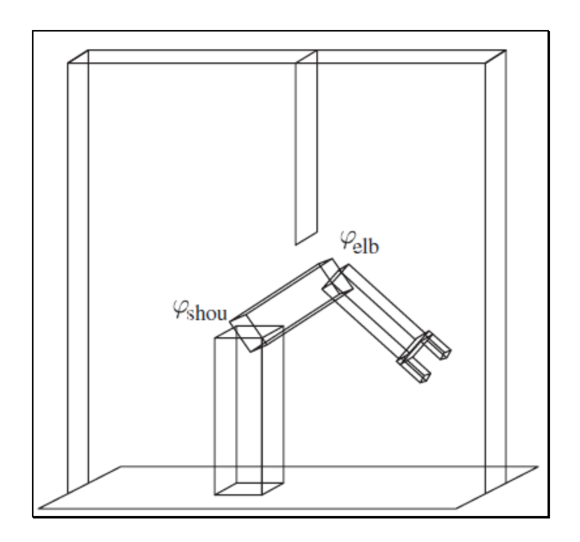
لدينا على سبيل المثال الروبوت يمتلك مفصلين، ومن ثم، يمكننا تمثيل حالته بزاويتي ands وfore لمفصل الكتف ومفصل الكوع، على التوالي. في غياب أي عوائق، يمكن لأي روبوت أن يأخذ أي قيمة في حيز التكوين بحرية، على وجه الخصوص، عند تخطيط مسار يمكن ببساطة توصيل التكوين الحالي والتكوين المستهدف بخط مستقيم.

في اتباع هذا المسار، يقوم الروبوت بتحريك مفاصله بسرعة ثابتة، إلى أن يتم الوصول إلى موقع مستهدف. لسوء الحظ، فإن مساحات التهيئة لها مشكلاتها الخاصة، عادة ما يتم التعبير عن مهمة الروبوت في إحداثيات مساحة العمل، وليس في إحداثيات مساحة التكوين.

هذا يثير سؤالا عن كيفية رسم خريطة بين إحداثيات مساحة العمل ومساحة التكوين. وتعد إحداثيات تكوين تشكيل الفراغات في إحداثيات مساحة العمل بسيطة: فهي تتضمن سلسلة من التحولات المنسقة المباشرة. هذه التحولات خطية للمفاصل المنشورية والمثلثية للمفاصل الثائرة.

وتعرف هذه السلسلة من التحول بالإحداثيات الحركية، وتُعرف المشكلة العكسية الخاصة بحساب تكوين روبوت محدد موقعه المستجيب في إحداثيات مساحة العمل باسم الحركية العكسية، كما يعد حساب الميكانيكا العكسية صعبًا، خاصة بالنسبة إلى الروبوتات التي تحتوي على العديد من الدبابيس. على وجه الخصوص، نادراً ما يكون الحل فريدًا.

يوضح الشكل التالي إحدى تكوينين محتملين يضعان القابض في نفس الموقع. (سيحتوي التكوين الآخر على الكوع تحت الكتف)



بشكل عام، هذا الذراع الروبوتية ذات الرابطين تحتـوي عـلى مـا بـين صـفر واثنـين مـن الحلـول الحركيـة العكسـية لأي مجموعـة مـن إحـداثيات مسـاحة العمـل، وتتمتـع معظـم الروبوتات الصناعية بدرجات كافية من الحرية لإيجـاد العديـد مـن الحلـول لمشـاكل الحركـة بشكل لا نهائي، لنرى كيف يمكـن تحقيـق ذلـك، تخيـل ببسـاطة أننـا أضـفنا مفصـلًا ثالثًـا إلى الروبوت الخاص بنا، وهو محور يتوازى محور دورانه مع المفاصل الموجـودة، وفي مثـل هـذه الحالة يمكننا الحفاظ على الموقع (ولكن لـيس الاتجـاه!) مـن القـابض الثابتـة ولا تـزال تـدور بحرية مفاصله الداخلية، لمعظم تكوينات الروبوت مع عدد قليل من المفاصل (كـم؟) يمكننـا تحقيق نفس التأثير مع الحفاظ على اتجاه ثابت القابض كذلك.

لقد رأينا بالفعل مثالاً على ذلك في "تجربة" وضع يدك على المكتب وتحريك مرفقك، إن القيد الحركي لموضع اليد غير كافٍ لتحديد تكوين المرفق. بعبارة أخرى، تمتلك الحركة الحركية المعكوسة لمجموعتك في الكتف والذراع عددًا لا نهائيًا من الحلول، المشكلة الثانية مع تمثيلات مساحة التكوين تنشأ من خلايا التوليد التي قد توجد في مساحة عمل الروبوت.

ويوضح مثالنا في الشكل السابق العديد من هذه العقبات، بما في ذلك عائق معلق بشكل مباشر يبرز في وسط مساحة عمل الروبوت. في مجال العمل، تأخذ هذه العوائق أشكالاً هندسية بسيطة خاصة في معظم الكتب الدراسية للروبوتات، التي تميل إلى التركيز على العقبات متعددة الأضلاع.

ولكن كيف تبدو في مساحة التكوين؟ فيوضح الشكل التالي مساحة التكوين الخاصة بنا في الروبوت، تحت تكوين العوائق المحددة المبينة في الشكل السابق كما يمكن أن تتحلل مساحة التكوين إلى منطقتين فرعيتين: مساحة جميع التكوينات التي يمكن أن يحققها الروبوت، وتسمى عادة المساحة الحرة، ومساحة التكوينات غير القابلة للتحقيق، التي يطلق عليها مساحة مشغولة.

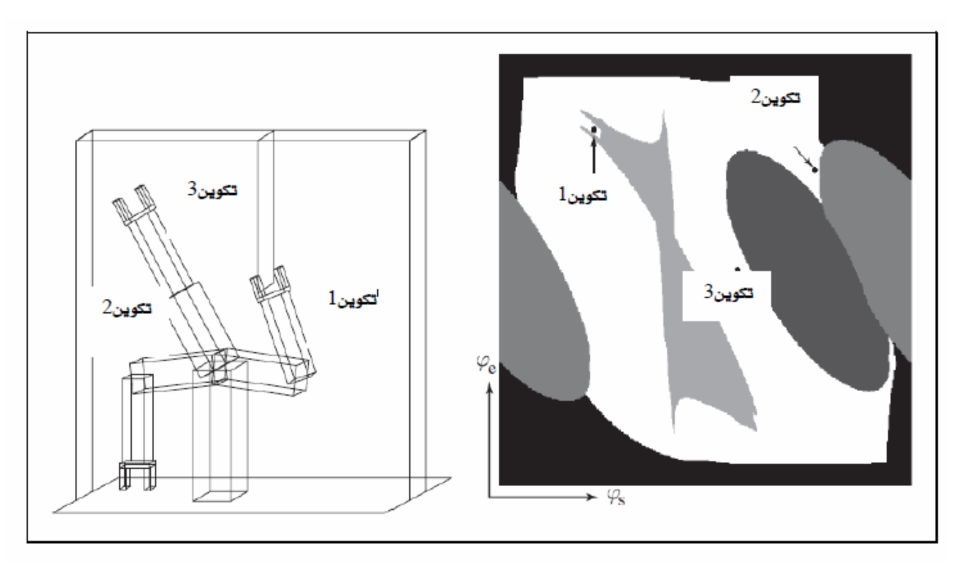
المساحة البيضاء في الشكل السابق تقابل المساحة الحرة، وجميع المناطق الأخرى تتطابق مع المساحة المشغولة، فتتوافق التباينات المختلفة للفضاء المشغول مع الأجسام المختلفة في مساحة عمل الروبوت؛ حيث تتطابق المنطقة السوداء المحيطة بالمساحة الحرة بالكامل مع التكوينات التي يتصادم فيها الروبوت مع نفسه، ومن السهل أن نرى أن القيم المتطرفة في الكتف أو زوايا المرفق تسبب مثل هذا الانتهاك، كما تتوافق المنطقتان البيضاويتان على الجانبين من الروبوت مع الطاولة التي يتم تركيب الروبوت عليها، كما أن المنطقة الثالثة البيضاوية تقابل الجدار الأيسر.

وأخيراً، فإن أهم عنصر في مساحة التهيئة هو العائق الرأسي الذي يتدلى من السقف

ويعرقل حركة الروبوت، هذا الكائن له شكل مضحك في مساحة التكوين: فهو غير خطي للغاية وفي الأماكن حتى المقعرة.

مع القليل من الخيال، سيتعرف القارئ على شكل القابض في الطرف الأيسر العلوي، نحن نشجع القارئ على التوقف للحظة ودراسة هذا الرسم البياني، شكل هذه العقبة ليست واضحة على الإطلاق! تشير النقطة داخل الشكل السابق إلى تكوين الروبوت، كما هو موضح في الشكل الأسبق.

كما يوضح الشكل التالي ثلاثة تكوينات إضافية، سواء في مساحة العمل أو في مساحة التكوين، ففي التوصيف conf-1، يحبس القابض العائق الرأسي حتى إذا كانت مساحة العمل في الروبوت ممثلة بمضلعات مسطحة، يمكن أن يكون شكل المساحة الحرة معقدًا للغاية، وفي الممارسة العملية، لذلك، عادةً ما يبحث المرء عن مساحة تكوين بدلاً من بنائه بشكل صريح، كما يمكن للمخطط أن يكوّن توصيفًا ثم يختبر لمعرفة ما إذا كان في الفضاء الحر من خلال تطبيق ميكانيكا الروبوت ثم التحقق من وجود تصادمات في إحداثيات مساحة العمل.

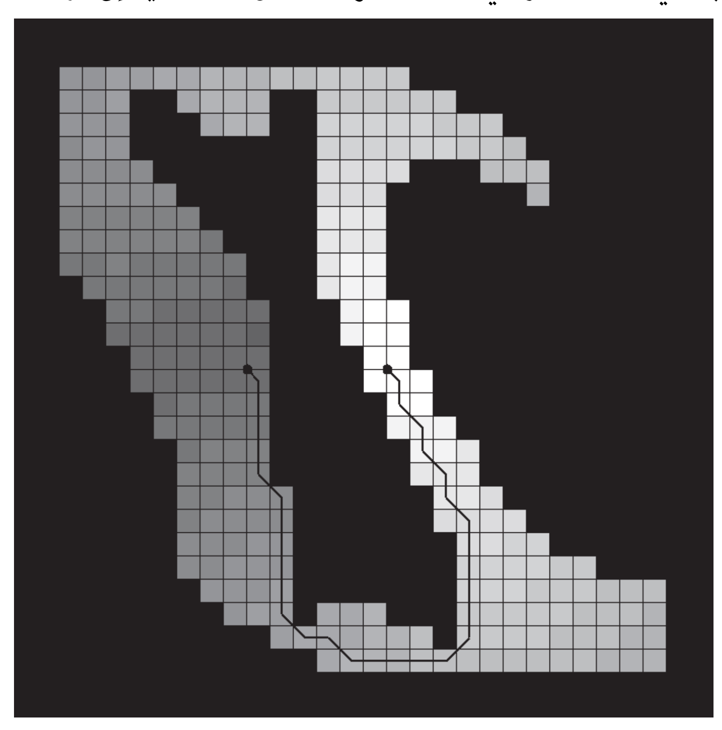


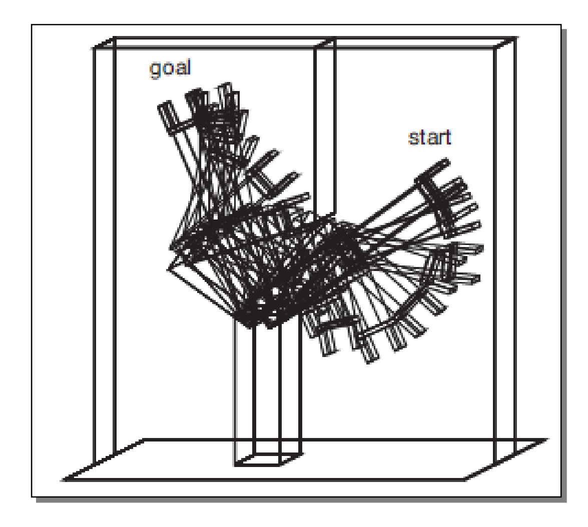
وفيما يلي عرض لطرق تخطيط المسار للحركات المترابطة:

أولاً: طرق التحلل الخلوي:

يستخدم النهج الأول لتخطيط المسار "انحلال الخلية"، أي أنه يحلل المساحة الحرة إلى عدد محدود من المناطق المتجاورة، تتمتع هذه المناطق بخاصية هامة يمكن حل مشكلة تخطيط المسار داخل منطقة واحدة من خلال وسائل بسيطة (على سبيل المثال، التحرك على طول خط مستقيم). ثم تصبح مشكلة تخطيط المسار مشكلة منفصلة في البحث عن الرسوم البيانية.

يتألف أبسط تحليل خلوي من شبكة منتظمة التباعد، ويعرض الشكل التالي تحليلاً مربعاً للشبكة للمساحة ومسار حل مثالي لحجم الشبكة، ويشير التظليل الرمادي إلى قيمة كل خلية شبكة في الفضاء الحر، أي تكلفة أقصر مسار من تلك الخلية إلى الهدف.





كما يبين الشكل التالي مسار مساحة العمل المطابق للذراع.

بالطبع، يمكننا أيضًا استخدام خوارزمية A للبحث عن أقصر مسار، ويمتلك هذا التحلل ميزة أنه سهل التطبيق للغاية، ولكنه يعاني أيضًا من ثلاثة قيود:

- أولاً: إنه قابل للتطبيق فقط لمساحات التكوين ذات الأبعاد المنخفضة، لأن عدد خلايا الشبكة يزداد أضعافاً مضاعفة مع عدد الأبعاد.
- ثانياً: هناك مشكلة ما يجب فعلها مع الخلايا "المختلطة"، أي ليس داخل الفضاء الحر ولا داخل الفضاء المحتل بالكامل. قد لا يكون مسار الحل الذي يتضمن مثل هذه الخلية حلاً حقيقياً، لأنه قد لا توجد طريقة لعبور الخلية في الاتجاه المطلوب في خط مستقيم، هذا من شأنه أن يجعل مخطط المسار غير سليم.

من ناحية أخرى، إذا كنا نُصرّ على أنه لا يمكن استخدام سوى الخلايا الحرة تمامًا، فسيكون المخطط غير كامل، لأنه قد تكون الحالة هي أن المسارات الوحيدة إلى الهدف تمر عبر الخلايا المختلطة، خاصة إذا كان حجم الخلية مشابهاً للممرات والموافقات في الفضاء.

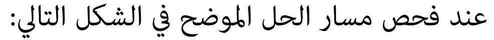
- ثالثًا: لن يكون أي مسار من خلال مساحة الدولة المتقاربة سلسًا، من الصعب بشكل عام ضمان وجود حل سلس بالقرب من المسار المنفصل. لذلك، قد لا يتمكن الروبوت من تنفيذ عملية التفكيك التي تم العثور عليها من خلال هذا التحلل، فيمكن تحسين طرق تحلل الخلايا بعدد من الطرق، للتخفيف من بعض هذه المشاكل، إن النهج الأول يسمح لمزيد من التقسيم للخلايا المختلطة، ربما خلايا نصف الحجم الأصلي.

يمكن أن يستمر هذا بشكل متكرر حتى يتم العثور على مسار يقع بالكامل داخل

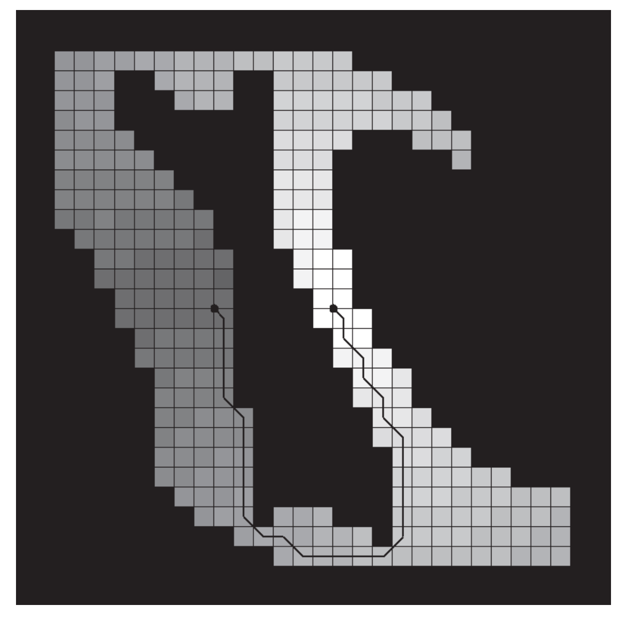
الخلايا الحرة. (وبالطبع، لا تعمل الطريقة إلا إذا كانت هناك طريقة للتمييز إذا كانت الخلية المعينة خلية مختلطة، وهو أمر سهل فقط إذا كانت حدود مساحة التكوين تحتوي على أوصاف رياضية بسيطة نسبيًا)

هذه الطريقة كاملة بشرط أن يكون هناك ممر أصغر من خلالها يجب أن يمر الحل، على الرغم من أنها تركز على الجهد الحسابي على المناطق الصعبة داخل حيز التكوين، إلا أنها لا تزال في نطاق جيد للمشاكل عالية الأبعاد لأن كل تقسيم متكرر لخلية يخلق خلايا أصغر من d2.

والطريقة الثانية للحصول على خوارزمية كاملة هي الإصرار على تحلل الخلية الدقيق للفضاء الحر، فيجب أن تسمح هذه الطريقة بتكوين الخلايا بشكل غير منتظم حيث تلبي حدود المساحة الحرة، ولكن يجب أن تظل الأشكال "بسيطة" بمعنى أنه يجب أن يكون من السهل حساب عبور أي خلية حرة، تتطلب هذه التقنية بعض الأفكار الهندسية المتطورة، لذلك لن نتابعها هنا.



عند فحص مسار الحل الموضح في الشكل التالي:



يمكننا أن نرى صعوبة إضافية يجب حلها، فيحتوي المسار على زوايا حادة تعسفية؛ إن الروبوت الذي يتحرك في أي سرعة محدودة لا يمكنه تنفيذ مثل هذا المسار، ويتم حل هذه المشكلة عن طريق تخزين قيم مستمرة معينة لكل خلية شبكة، خذ في الاعتبار خوارزمية تخزن، لكل خلية شبكة، تم توسيع الحالة الدقيقة والمستمرة التي تم تحقيقها مع الخلية لأول مرة في البحث، لنفترض كذلك أنه عند نشر المعلومات إلى خلايا الشبكة القريبة، فإننا نستخدم هذه الحالة المستمرة كأساس، ونطبق نموذج حركة الروبوت المستمر للقفز إلى الخلايا المجاورة، وعند القيام بذلك، يمكننا الآن ضمان أن المسار الناتج يكون سلسًا ويمكن أن يتم تنفيذه بالفعل بواسطة الروبوت، حيث إن خوارزمية واحدة تقوم بتنفيذ هذا هي A * مختلطة.

وظائف التكلفة المعدلة:

لاحظ أنه في الشكل السابق يصبح المسار قريبًا جدًا من العائق، حيث إن أي شخص قاد سيارة يعرف أن مكان وقوف السيارات مع ملليمتر واحد من الإزالة على أي من الجانبين ليس في الحقيقة مكان لوقوف السيارات على الإطلاق.

لنفس السبب، فإننا نفضل مسارات الحل القوية فيما يتعلق بأخطاء الحركة الصغيرة، ويمكن حل هذه المشكلة عن طريق إدخال حقل محتمل، هذا الحقل المحتمل هو دالة محددة على مساحة الولاية، والتي تنمو قيمتها مع المسافة إلى أقرب عقبة.



ويوضح الشكل التالي مثل هذا الحقل المحتمل كلما كانت حالة التكوين أكثر قتامة، كلما كان أقرب إلى العائق.

يمكن استخدام الحقل المحتمل كمصطلح تكلفة إضافي في حساب أقصر المسارات، هذا يدفع مقايضة مثيرة للاهتمام. من ناحية، يسعى الروبوت إلى تقليل طول

المسار إلى الهدف، ومن ناحية أخرى، فإنه يحاول الابتعاد عن العقبات من خلال التقليل من الوظيفة المحتملة، مع توازن الوزن المناسب بين الهدفين، قد يبدو المسار الناتج كالذي يظهر في الشكل التالي.



يعرض هذا الشكل أيضًا دالة القيمة المشتقة من دالة التكلفة المجمعة، ويتم حسابها مرة أخرى حسب تكرار القيمة.

ومن الواضح أن المسار الناتج أطول، ولكنه أكثر أمانًا أيضًا.

هناك العديد من الطرق الأخرى لتعديل وظيفة التكلفة. على سبيل المثال، قد يكون من المرغوب فيه تسهيل معلمات التحكم بمرور الوقت، أو عند قيادة السيارة، يكون المسار السلس أفضل من مسار متعرج.

بشكل عام، ليس من السهل استيعاب مثل هذه القيود ذات المستوى الأعلى في عملية التخطيط، ما لم نجعل أحدث قيادة جزءًا من الدولة.

ومع ذلك، غالباً ما يكون من السهل تسهيل المسار الناتج بعد التخطيط باستخدام أساليب متدرجة متدرجة.

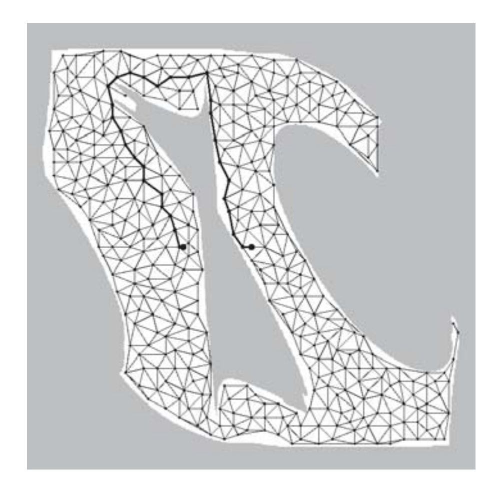
ويعد هذا تمهيد ما بعد التخطيط أمر ضروري في العديد من التطبيقات في العالم الحقيقي.

ثانياً: طرق هيكلة العظام:

وتستند النهج الثاني لخوارزميات تخطيط المسار إلى فكرة الهيكل العظمي، حيث تعمل هذه الخوارزميات على تقليل المساحة الخالية من الروبوت إلى تمثيل أحادي البعد، حيث تكون مشكلة التخطيط أسهل.

يسمى هذا التمثيل ذو الأبعاد الضعيفة هيكلًا كبيرًا لمساحة التكوين. يوضح الشكلين التاليين مثالاً على الهيكل العظمي:





وهو الرسم البياني voronoi للفضاء الحر – وهو عبارة عن مجموعة مـن النقـاط التـي تكون على مسافة واحدة من عقدين أو أكثر.

وللقيام بتخطيط المسار باستخدام رسم بياني Voronoi، يقوم الروبوت بالتالي:

- أولاً، تغيير تكوينه الحالي إلى نقطة على الرسم البياني Voronoi، ومـن السـهل إظهـار أن هذا يمكن تحقيقه دائمًا بحركة خط مستقيم في مساحة التكوين.
- ثانيا، يتبـع الروبـوت الرسـم البيـاني Voronoi حتـى يصـل إلى أقـرب نقطـة إلى تكـوين الهدف.
- وأخيرا، يترك الروبوت الرسم البياني Voronoi وينتقـل إلى الهـدف. مـرة أخـرى، تتضـمن هذه الخطوة النهائية حركة خط مستقيم في مساحة التكوين.

بهذه الطريقة، يتم تقليل المشكلة الأصلية لتخطيط المسار للعثور على مسار على الرسم البياني Voronoi، والذي يكون عادةً أحادي البعـد (مـا عـدا في بعـض الحـالات غـير العامـة) ولديه نقاط عديدة بشكل محدود حيث تتقاطع ثلاثة أو أكثر من المنحنيـات أحاديـة البعـد. وبالتالي، يتم العثور عليها.

(2) التخطيط للحركات غير مترابطة:

لا يعالج أي من خوارزميات تخطيط الحركة الروبوتية التي نوقشت حتى الآن بصفة رئيسية مشاكل الروبوتات مثل عدم اليقين في مجال الروبوتات، حيث ينشأ عدم اليقين من الملاحظة الجزئية للبيئة ومن الآثار العشوائية لإجراءات الروبوت،و يمكن أن تنشأ الأخطاء أيضًا من استخدام خوارزميات التقريب مثل ترشيح الجسيمات، والتي لا توفر للروبوت حالة اعتقاد دقيقة حتى إذا كانت الطبيعة العشوائية للبيئة قد تم تصميمها بشكل مثالي.

وتستخدم معظم روبوتات اليوم خوارزميات حتمية لاتخاذ القرار، مثل خوارزميات تخطيط المسار التي عرضناها في الجزء السابق.

وللقيام بذلك، من الشائع استخراج الحالة الأكثر احتمالاً من توزيع الاحتمالات الناتج عن خوارزمية تقدير الحالة، ميزة هذا النهج هو حسابية بحتة، حيث إن مسارات التخطيط من خلال مساحة التكوين هي بالفعل مشكلة صعبة؛ وستكون أسوأ إذا اضطررنا للعمل مع توزيع احتمالي كامل، ويتجاهل عدم اليقين بهذه الطريقة عندما تكون حالة عدم اليقين صغيرة.

في الواقع، عندما يتغير نموذج البيئة بمرور الوقت كنتيجة لدمج قياسات المستشعر، فإن العديد من برامج الروبوت تعمل على تخطيط مسارات عبر الإنترنت أثناء تنفيذ الخطة، وهذا هو أسلوب إعادة البرمجة عبر الإنترنت.

لكن لسوء الحظ، إن تجاهل عدم اليقين لا يعمل دائمًا، في بعض المشاكل إن عدم اليقين في الروبوت ببساطة مشكلة كبيرة للغاية: كيف يمكننا استخدام مخطط مسار محدد للتحكم في روبوت متحرك لا يوجد لديه دليل على مكانه؟ بشكل عام، إذا لم تكن الحالة الحقيقية للروبوت هي الحالة المحددة بواسطة قاعدة الحد الأقصى للاحتمالية، فإن عنصر التحكم الناتج سيكون دون المستوى الأمثل. اعتمادا على حجم الخطأ هذا يمكن أن يؤدي إلى جميع أنواع الآثار غير المرغوب فيها، مثل الاصطدامات مع العقبات.

اعتمد مجال الروبوتات على مجموعة من التقنيات لاستيعاب عدم اليقين، بعضها مشتق من الخوارزميات المستخدمة لاتخاذ القرار في ظل عدم اليقين، إذا كان الروبوت يواجه عدم اليقين فقط في حالة انتقاله، ولكن حالته يمكن ملاحظتها بالكامل، حيث يتم تشكيل المشكلة بشكل أفضل كعملية قرار ماركوف (MDP).

إن حل MDP هو سياسة مثالية، والتي تخبر الروبوت ما يجب القيام به في كل حالة ممكنة. وبهذه الطريقة، يمكنه التعامل مع جميع أنواع أخطاء الحركة، في حين أن حل المسار الواحد سيكون أقل قوة بكثير.

في الروبوتات، تسمى السياسات بوظائف الملاحة، حيث يمكن تحويل وظيفة القيمة الموضحة في الشكل التالي إلى وظيفة الملاحة هذه ببساطة عن طريق اتباع التدرج.

لكن الملاحظة الجزئية تجعل المشكلة أصعب بكثير، حيث أن مشكلة التحكم في الروبوت الناتجة هي MDP يمكن ملاحظتها جزئيًا، أو POMDP. في مثل هذه الحالات، يحتفظ الروبوت بحالة اعتقاد داخلية.

إن الحل لـ POMDP هو سياسة محددة على حالة الاعتقاد للروبوت. بعبارة أخرى، فإن المدخلات في السياسة هي توزيع احتمالية كاملة، وهذا يمكّن الروبوت من اتخاذ قراره ليس فقط على ما يعرفه، ولكن أيضًا على ما لا يعرفه، على سبيل المثال، إذا كان غير مؤكد بشأن متغير حالة حرج، فيمكنه استدعاء إجراء تجميع المعلومات بعقلانية. هذا مستحيل في إطار MDP، حيث إن أنظمة التوزيع الدنيا تفترض إمكانية المراقبة الكاملة.

ولسوء الحظ، فإن التقنيات التي تحل مشكلات POMDP لا يمكن تطبيقها على الروبوتات بالضبط، ولا توجد تقنيات معروفة لمساحات مستمرة عالية الأبعاد، ينتج عن

إزالة الحبيبات POMDPs التي تكون كبيرة جدًا في التعامل معها، أحد العلاجات هـو جعـل تقليل عدم اليقين هدفا سيطريا. على سبيل المثال، يتطلب الكشف عن الملاحـة السـاحلية أن يبقى الروبوت بالقرب من المعالم المعروفة لتقليل عدم اليقـين، حيـث إن نهجـا آخـر ينطبـق على المتغيرات من طريقة التخطيط خارطة الطريق الاحتمالية لتمثيل مساحة المعتقـد، تميـل مثل هذه الأساليب إلى النطاق بشكل أفضل إلى POMDPs منفصلة كبيرة.

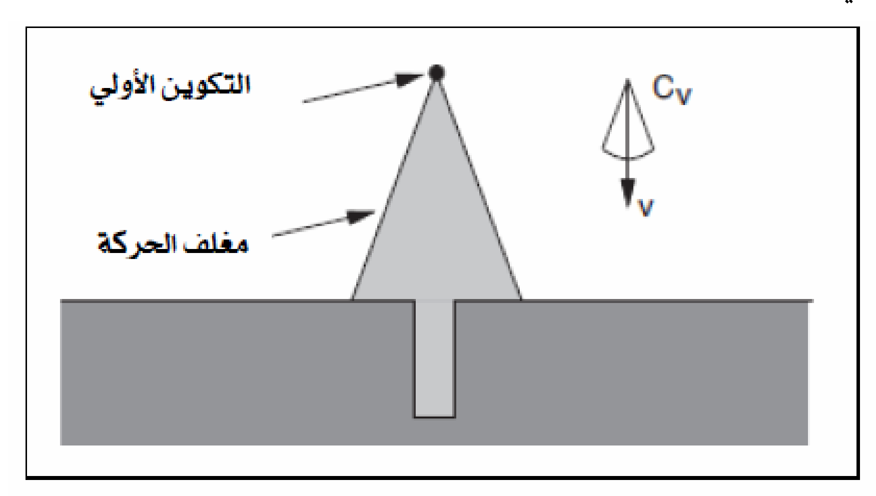
طرق قوية:

يمكن أيضًا معالجة عدم اليقين باستخدام ما يسمى أسـاليب الـتحكم القويـة بـدلاً مـن الأساليب الاحتمالية، فالطريقة القوية هي الطريقة التي تفترض مقدارًا محدودًا من اليقين في كل جانب من جوانب المشكلة، ولكنها لا تعيّن الاحتمالات على القيم ضـمن الفـترة المسـموح بها، والحل القوي هو الحل الذي يعمل بغض النظر عن القيم الفعلية، بشرط أن تكون ضمن الفاصل الزمني المفترض.

إن الشكل المتطرف للأسلوب القوي هو أسلوب التخطيط الصارم للتضمين المعطى، فهو ينتج خططًا تعمل بدون معلومات حكومية على الإطلاق.

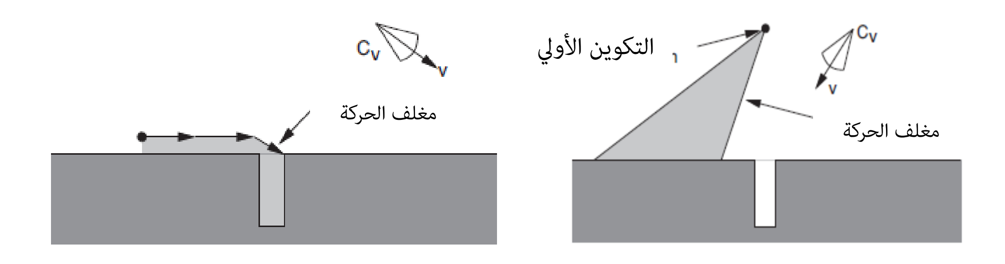
هنا، ننظر إلى طريقة قوية تستخدم في تخطيط الحركة الدقيقـة (أو FMP) في مهـام التجميع الروبوتية، ويتضمن تخطيط الحركة الدقيقة تحريـك ذراع الروبـوت عـلى مقربـة شديدة من كائن البيئة الثابتة، وتكمن الصعوبة الرئيسية مع تخطـيط الحركـة الدقيقـة في أن الاقتراحات المطلوبة والميزات ذات الصلة للبيئة صغيرة للغايـة. في مثـل هـذه المقـاييس الصغيرة، لا يستطيع الروبوت القياس أو التحكم في موقعه بدقة وقد يكون غير مؤكد أيضًا على شكل البيئة نفسها؛ سنفترض أن جميع أوجه عدم اليقين هذه مقيدة، فعادةً ما تكون حلول مشاكل FMP خططًـا أو سياسـات مشروطـة تسـتخدم ملاحظـات المستشـعر أثنـاء التنفيذ وتضمن العمل في جميع الحالات بما يتفق مع حدود عدم اليقين المفترضة، وتتألف خطـة الحركـة الدقيقـة مـن سلسـلة مـن الاقتراحـات ذات الحراسـة، كـما تتـألف كـل حركة خاضعة للحراسة من أمر حركة وحالة إنهاء، وهي دالة على قـيم جهـاز الاستشـعار

في الروبوت، وتعود إلى true للإشارة إلى نهاية الحركة التي تخضع للحراسة، وتكون أوامر الحركة عادة حركات متوافقة تسمح للمرسل أن ينزلق إذا تسبب أمر الحركة في الاصطدام مع عائق. على سبيل المثال، يوضح الشكل التالي مساحة تكوين ثنائية الأبعاد مع فتحة رأسية ضيقة.



يمكن أن تكون مساحة التكوين لإدخال ربط مستطيل في حفرة أو مفتاح سيارة في الإشعال، في حين أن أوامر الحركة هي سرعات ثابتة، وشروط الإنهاء هي الاتصال مع السطح؛ لتوضيح عدم اليقين في السيطرة، فلنفترض أنه بدلاً من التحرك في الاتجاه الموجه، تكمن الحركة الفعلية للروبوت في المخروط Cv حوله، ويوضح الشكل ماذا سيحدث إذا أمرنا بسرعة من أسفل التكوين الأولي. فبسبب عدم اليقين في السرعة، يمكن أن يتحرك الروبوت في أي مكان في المغلف المخروطي، ومن المحتمل أن يدخل الحفرة، ولكن من المرجح أن يهبط إلى جانب واحد منه؛ لأن الروبوت لن يعرف بعد ذلك أي جانب من الحفرة التي كان عليها، فإنه لا يعرف أي طريقة للتحرك.

تظهر الاستراتيجية الأكثر منطقية في الشكلين التاليين:



ففي الشكل الأول منهما يتحرك الروبوت بشكل متعمد إلى جانب واحد من الحفرة، بينما يظهر أمر الحركة في الشكل، واختبار الإنهاء هو الاتصال بأي سطح.

أما في الشكل الثاني منهما فيتم إعطاء أمر الحركة الذي يتسبب في انزلاق الروبوت على طول السطح وإلى الفتحة؛ لأن جميع السرعات الممكنة في مظروف الحركة هي إلى اليمين، وسوف ينزلق الروبوت إلى اليمين عندما يكون على اتصال بسطح أفقي، ثم ينزلق على الحافة العمودية اليمنى للفتحة عندما تلمسها، لأن كل السرعات الممكنة تكون منخفضة بالنسبة للسطح الرأسي، وسوف تستمر الحركة حتى تصل إلى قاع الحفرة، لأن هذا هو شرط انتهائها.

وعلى الرغم من عدم اليقين في التحكم، فإن جميع المسارات الممكنة للروبوت تنتهي في اتصال مع قاع الحفرة، وهذا يعني، أنه ما لم تتسبب مخالفات السطح في أن يلتصق الروبوت في مكان واحد، وكما قد يتخيل المرء، فإن مشكلة بناء خطط الحركة الجيدة ليست بسيطة.

في الواقع، إنها صفقة أكثر صعوبة من التخطيط بحركات دقيقة، يمكن للمرء إما اختيار عدد ثابت من القيم المنفصلة لكل حركة أو استخدام هندسة البيئة لاختيار الاتجاهات التي تعطي سلوكًا مختلفًا نوعيًا، فيأخذ مخطط الحركات الدقيقة مدخلاً إلى وصف مساحة التهيئة، وزاوية مخروط عدم اليقين للسرعة، والمواصفة، وما هو الاستشعار الممكن لإنهاء (الاتصال السطحي في هذه الحالة)، فيجب أن ينتج خطة أو سياسة مشروطة متعددة الخطوات يضمن نجاحها، وإذا وجدت مثل هذه الخطة، فيفترض مثالنا

أن المخطط يحتوي على نموذج دقيق للبيئة، ولكن من الممكن السماح بحدوث خطأ محدد في هذا النموذج على النحو التالي، إذا كان من الممكن وصف الخطأ من حيث المعلمات، فيمكن إضافة هذه المعلمات كدرجات الحرية إلى مساحة التكوين.

في المثال الأخير، إذا كان عمق وعرض الثقب غير مؤكد، فيمكننا إضافتها كدرجتين من الحرية إلى مساحة التكوين، فقد يكون من المستحيل تحريك الروبوت في هذه الاتجاهات في مساحة التكوين أو الإحساس بموقعه مباشرة. ولكن يمكن إدراج هذين التقييدين عند وصف هذه المشكلة بأنها مشكلة FMP عن طريق تحديد شكوك التحكم والاستشعار بشكل مناسب. وهذا يعطي مشكلة تخطيط رباعية الأبعاد معقدة، ولكن يمكن تطبيق نفس أساليب التخطيط بالضبط، ويمكنك أن تلاحظ أنه خلافاً للطرق النظرية، فإن هذا النوع من النهج القوي ينتج عنه خطط مصممة لتحقيق أسوأ النتائج، بدلاً من تعظيم الجودة المتوقعة للخطة، وتعتبر خطط الحالة الأسوأ هي الأمثل في مفهوم القرار النظري، فقط إذا كان الفشل أثناء التنفيذ أسوأ بكثير من أي من التكاليف الأخرى التي ينطوي عليها التنفيذ.

حركة الربوتات:

لقد تحدثنا حتى الآن عن كيفية تخطيط المسارات، ولكن ليس حول كيفية التحرك، فتفترض خططنا، ولا سيما تلك التي ينتجها مخططو المسار الحتمية، أن الروبوت يمكنه ببساطة اتباع أي مسار تنتجه الخوارزمية.

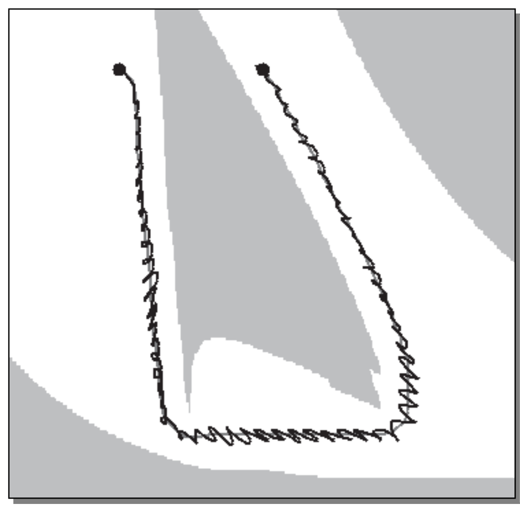
في الواقع، ليس هذا هو الحال، إن الروبوتات لديها الجمود ولا يمكن تنفيذ مسارات تعسفية إلا في سرعات بطيئة بشكل تعسفي.

وفي معظم الحالات، يقوم الروبوت بممارسة القوى بدلاً من تحديد المواضع، وفي هذا الجزء سوف نناقش طرق حساب هذه القوى.

الديناميكيات والتحكم:

من حيث المبدأ، كان بإمكاننا اختيار تخطيط حركة الروبوت باستخدام نماذج ديناميكية، بدلاً من نماذجنا الحركية، مثل هذه المنهجية ستؤدي إلى أداء روبوت متفوق، إذا استطعنا توليد الخطط. ومع ذلك، فإن الحالة الديناميكية لديها بعد أعلى من المساحة الحركية، ومشكلة الأبعاد تجعل العديد من خوارزميات تخطيط الحركة غير قابلة للتطبيق للجميع ولكن أكثر الروبوتات البسيطة، لهذا السبب، تعتمد على نظام الروبوت العملي في كثير من الأحيان على مخططي مسار حركي أبسط، فهناك تقنية شائعة للتعويض عن أوجه القصور في الخطط الحركية لاستخدام آلية منفصلة، وحدة تحكم، من أجل الحفاظ على الروبوت على المسار الصحيح.

وحدات التحكم هي تقنيات لتوليد عناصر تحكم الروبوت في الوقت الحقيقي باستخدام التغذية المرتدة من البيئة، وذلك لتحقيق هدف السيطرة، إذا كان الهدف هو الاحتفاظ بالروبوت على مسار مخطط مسبقًا، فغالبًا ما يشار إليه على أنه وحدة تحكم مرجعية ويسمى المسار مسارًا مرجعيًا، وتُعرف وحدات التحكم التي تعمل على تحسين دالة التكلفة العالمية بوحدات التحكم المثلى، تعد هذه السياسات المثلى لبرامج MDP المستمرة، في الواقع، هي وحدات التحكم المثالية. لكن في الظاهر، تبدو مشكلة الاحتفاظ بروبوت على مسار محدد سلفًا بسيطة نسبيًا، لكن في الممارسة العملية، حتى هذه المشكلة البسيطة تبدو لها مزالقها.



يوضح الشكل التالي ما يمكن أن يحدث بشكل خاطئ، فيظهر مسار الروبوت الذي يحاول اتباع مسار kinematic.

عندما يحدث انحراف، سواء بسبب الضوضاء أو القيود على القوى التي يمكن للروبوت تطبيقها، فإنه

الروبوت يوفر قوة معارضة يتناسب حجمها مع هذا الانحراف. بشكل حدسي، قد يبدو هذا معقولاً، حيث يجب تعويض الانحرافات بواسطة قوة مضادة للحفاظ على الروبوت على الطريق الصحيح. ومع ذلك، كما يوضح الشكل قد يتسبب جهاز التحكم لدينا في اهتزاز الروبوت بشكل عنيف، إن الاهتزاز هذا هو نتيجة لقصور طبيعي في ذراع الروبوت، فبمجرد دفعه مرة أخرى إلى موقعه المرجعي، يقوم الروبوت بعد ذلك بالارتفاع، مما يؤدي إلى خطأ متماثل مع علامة معاكسة، وقد يستمر هذا التجاوز على طول مسار كامل، وحركة الروبوت الناتجة بعيدة عن المرغوب فيه، لكن قبل أن نتمكن من تحديد وحدة تحكم أفضل.

التحكم في المجال المحتمل:

قدمنا المجالات المحتملة كوظيفة تكلفة إضافية في تخطيط حركة الروبوت، ولكن يمكن استخدامها أيضًا لتوليد حركة الروبوت مباشرةً، والاستغناء عن مرحلة تخطيط المسار تمامًا. ولتحقيق ذلك، يتعين علينا تحديد قوة جذابة تسحب الروبوت نحو تكوين هدفه وحقل محتمل طارد يدفع الروبوت بعيدًا عن العقبات، يظهر هذا الحقل المحتمل في الشكلين التاليين.





ويظهر أن الحد الأدنى العالمي واحد هو تكوين الهدف، والقيمة هي مجموع المسافة إلى تكوين هذا الهدف والقرب من العقبات، ولم يكن هناك أي تخطيط في توليد الحقل المحتمل الموضح في الشكل. وبسبب هذا، فإن الحقول المحتملة مناسبة تمامًا للتحكم في الوقت الفعلي.

يوضح الشكل الأول منهما مسار إنسان آلي يقوم بتسلق التلال، ففي العديد من التطبيقات، يمكن حساب الحقل المحتمل بكفاءة لأي تكوين محدد. وعلاوة على ذلك، فإن تحسين الكميات المحتملة تكون لحساب التدرج من إمكانات تكوين الروبوت الحالي، كما يمكن أن تكون هذه الحسابات فعالة للغاية خاصة عند مقارنتها مع خوارزميات تخطيط المسار، وكلها ذات أبعاد متسارعة في بعدية مساحة التهيئة (DOFs) في أسوأ الحالات.

حقيقة أن النهج الميداني المحتمل يدير لإيجاد مسار إلى الهدف بطريقة فعالة، حتى على مسافات طويلة في حيز التكوين، يثير السؤال إلى ما إذا كانت هناك حاجة للتخطيط في الروبوتات على الإطلاق. هل التقنيات الميدانية المحتملة كافية؟ أم أننا كنا محظوظين فقط في مثالنا؟ الجواب هو أننا كنا محظوظين حقًا أن الحقول المحتملة بها العديد من الحدود الدنيا المحلية التي يمكنها احتجاز الروبوت.

في الشكل الثاني منهما يقترب الروبوت من العائق بمجرد تدوير مفصل الكتف الخاص به، إلى أن يعلق على الجانب الخطأ من العائق، لكن الحقل المحتمل ليس غنياً بما يكفي لجعل الروبوت ينحني بكوعه حتى يوضع الذراع تحت العائق. بعبارة أخرى، تعتبر المراقبة الميدانية المحتملة كبيرة بالنسبة لحركة الروبوتات المحلية، ولكن في بعض الأحيان لا نزال بحاجة إلى التخطيط العالمي.

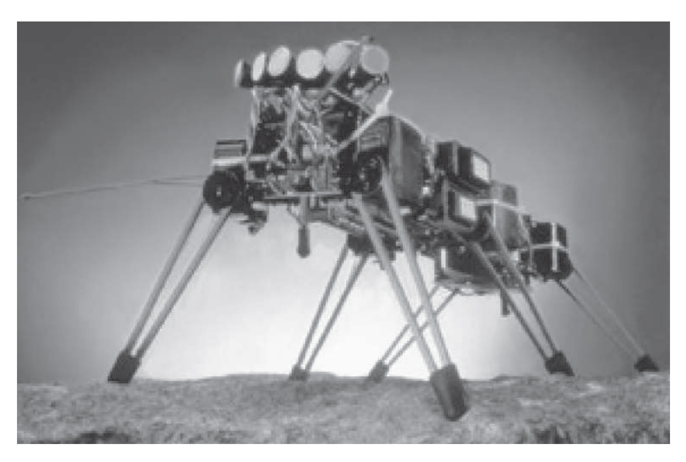
ومن العوائق المهمة الأخرى في المجالات المحتملة أن القوى التي يولدونها تعتمد فقط على العوائق ومواقع الروبوت وليس على سرعة الروبوت. وبالتالي، فإن التحكم في المجال المحتمل هو في الحقيقة أسلوب حركي، وقد يفشل إذا كان الروبوت يتحرك بسرعة.

التحكم الفعال:

لقد نظرنا حتى الآن في قرارات التحكم التي تتطلب بعض نماذج البيئة لإنشاء مسار مرجعي أو مجال محتمل، ووجدنا أن هناك بعض الصعوبات في هذا النهج.

- أولاً، غالباً ما يكون من الصعب الحصول على نماذج دقيقة بما فيه الكفاية، خاصة في البيئات المعقدة أو النائية، مثل سطح المريخ، أو للروبوتات التي لا تحتوي إلا على القليل من أجهزة الاستشعار.
- ثانيًا، حتى في الحالات التي يمكننا فيها تصميم نموذج بدقة كافية، قد تجعل الصعوبات الحسابية وأخطاء التعريب هذه التقنيات غير عملية. لكن في بعض الحالات، تكون بنية عامل منعكس باستخدام التحكم التفاعلي أكثر ملاءمة. على سبيل المثال، قم بتصوير إنسان آلي ذي أرجل يحاول رفع ساق فوق عائق، يمكن أن نعطي هذا الروبوت قاعدة تنص على رفع الساق بمقدار ساعة صغيرة وتحريكها للأمام، وإذا واجهت الساق عقبة، فقم بتحريكها مرة أخرى وابدأ مرة أخرى عند ارتفاع أعلى. يمكنك أن تقول أن h تمثل نموذجًا للعالم، ولكن يمكننا أيضًا التفكير في h كمتغير مساعد لجهاز التحكم في الروبوت، خالٍ من المعنى المادي المباشر.

أحد الأمثلة على ذلك هو الروبوت ذي الستة أرجل (hexapod)، كما هو موضح في الشكل التالي:



الذي تم توقيعه للمشي عبر التضاريس الوعرة، لكن أجهزة استشعار الروبوت غير كافية للحصول على نماذج من التضاريس لتخطيط المسار. علاوة على ذلك، حتى لو أضفنا أجهزة استشعار دقيقة بما فيه الكفاية، فإن درجات الحرية الإثني عشر (اثنان لكل ساق) ستجعل مشكلة التخطيط للمسار الناتج مستعصية على الحل.

ومع ذلك، فمن الممكن، لتحديد وحدة تحكم مباشرة دون نموذج عقل بيئي صريح. (لقد رأينا ذلك بالفعل مع وحدة تحكم PD، التي كانت قادرة على إبقاء ذراع الروبوت المعقدة على الهدف بدون نموذج صريح لديناميات الروبوت؛ ولكنها تتطلب مسارًا مرجعيًا ناتجًا عن نموذج (ميكانيكي) بالنسبة إلى hexapod الروبوت نختار أولا مشية، أو نمط حركة الأطراف. وتتمثل إحدى المشدات الثابتة بشكل ثابت في تحريك الجزء الأمامي الأيمن والأيمن واليسار الأوسط والأيمن للأمام (إبقاء الثلاث الأخرى الثابتة)، ثم تحريك الثلاث الأخرى. هذه المشية تعمل بشكل جيد على التضاريس المستوية، لكن على التضاريس الوعرة، قد تمنع العوائق الساق من التأرجح للأمام، ويمكن التغلب على هذه المشكلة من خلال قاعدة تحكم بسيطة بشكل ملحوظ، عندما يتم حظر حركة الأمام إلى الأمام، قم ببساطة بسحبها، ثم رفْعها إلى أعلى، وحاول مرة أخرى، فسوف تظهر وحدة التحكم الناتجة كآلة حالة محددة، وهو يمثل عامل منعكس مع الحالة، حيث يتم تمثيل الحالة الداخلية بواسطة مؤشر حالة الجهاز الحالية.

وقد تم العثور على المتغيرات من وحدة التحكم المدفوعة التغذية المرتدة هذه لتوليد ملحوظ أنماط المشي قوية وقادرة على مناورة الروبوت على التضاريس الوعرة، فمن الواضح أن وحدة التحكم هذه خالية من الطراز، ولا تتداول أو تستخدم البحث لتوليد عناصر التحكم، لكن تلعب التعليقات البيئية دورًا حاسمًا في تنفيذ المتحكم، ولا يحدد البرنامج وحده ما سيحدث بالفعل عندما يتم وضع الروبوت في بيئة وعرة. غالباً ما يشار إلى السلوك الذي يظهر من خلال تفاعل وحدة تحكم (بسيطة) وبيئة (معقدة) على أنه سلوك طارئ، بالمعنى الدقيق للكلمة، تظهر جميع الروبوتات التي نوقشت في هذا الفصل السلوك الناشئ، ويرجع ذلك إلى حقيقة أنه لا يوجد نموذج مثالي، غير أنه من الناحية

التاريخية، تم حجز هذا المصطلح لتقنيات التحكم التي لا تستخدم نماذج بيئية واضحة، لكن السلوك الناشئ هو أيضا سمة الكائنات البيولوجية.

العمليات السوفيتية الروبوتية:

تسمى منهجية هيكلة الخوارزميات بنية البرمجيات، وتشتمل البنية على لغات وأدوات لبرامج الكتابة، بالإضافة إلى فلسفة عامة لكيفية تجميع البرامج، ويجب أن تحدد معمارية البرامج الحديثة في مجال الروبوتات كيفية الجمع بين التحكم التفاعلي والتخطيط التداولي القائم على النموذج. من نواح عديدة، تمتلك التقنيات المتفاعلة والمتعمدة نقاط القوة والضعف المتعامدة، والتحكم المتفاعل هو مبني على المستشعر وapriprize لجعل القرارات ذات المستوى المنخفض في الوقت الحقيقي.

ومع ذلك، نادراً ما يقدم حلاً معقولاً على المستوى العالمي، لأن قرارات المراقبة العالمية تعتمد على معلومات لا يمكن استشعارها في وقت اتخاذ القرار، وبالنسبة لهذه المشاكل، فيعتبر التخطيط المتعمد اختيارًا أكثر ملاءمة. وبالتالي، فإن معظم معماريات الروبوتات تستخدم تقنيات تفاعلية في المستويات الدنيا من التحكم والتقنيات التداولية في المستويات الأعلى.

معمارية البدائل:

تعد بنية القطع الفرعية إطارًا لتجميع وحدات التحكم التفاعلية من أجهزة الحالة المحدودة، وقد تحتوي العقد في هذه الأجهزة على اختبارات لبعض متغيرات المستشعر، وفي هذه الحالة يكون تتبع التنفيذ لآلة حالة محددة مشروطًا بنتيجة مثل هذا الاختبار، كما يمكن وضع علامات على الأقواس مع الرسائل التي سيتم إنشاؤها عند عبورها، والتي يتم إرسالها إلى محركات الروبوت أو إلى أجهزة الحالة المحدودة الأخرى. بالإضافة إلى ذلك، تمتلك أجهزة الحالة المحدودة أجهزة توقيت داخلية (ساعات) تتحكم في الوقت المستغرق في اجتياز قوس، ويتم التحكم في الآلات الناتجة كآلات ذات حالة منتهية، أو

AFSMs، حيث يشير التكبير إلى استخدام الساعات. مثال على AFSM بسيط هـو آلـة أربـع والتي تولد حركة الساق دوري لمشينا هيكسابود.

هذا AFSM تنفذ وحـدة تحكـم دوري، الـذي لا يعتمـد في الغالـب عـلى ردود الفعـل البيئية. ومع ذلك، تعتمد مرحلة التأرجح الأمامي على ملاحظات المستشعر إذا كانـت السـاق عالقة، بمعنى أنها فشلت في تنفيذ التأرجح الأمامي، فيتراجـع الروبـوت عـن السـاق، ويرفعـه أعلى قليلاً، ويحاول تنفيذ عملية التأرجح للأمام مرة أخرى.

وبالتالي، فإن وحدة التحكم قادرة على الاستجابة للطوارئ الناشئة عن تفاعـل الروبـوت وبيئته، وتوفر بنية القطع الفرعية أوليات إضافية لمزامنة AFSMs، والجمع بـين قـيم الإنتـاج المتعددة، وربما متضاربة AFSMs. وبهذه الطريقة، فإنـه يمكّـن المـبرمج مـن إنشـاء وحـدات تحكم معقدة على نحو متزايد بطريقة من أسفل إلى أعلى. في مثالنـا، قـد نبـدأ مـع AFSMs للأرجل الفردية، ثم تليها AFSM لتنسيق أرجل متعددة.

علاوة على ذلك، قد ننفذ سلوكًا أعلى مستوى مثل تجنب الاصطدام، والذي قد يتضـمن النسخ الاحتياطي والتحويل.

فكرة إنشاء وحدات التحكم الروبوتي من AFSMs مثيرة للاهتمام للغاية، تخيـل مـدى صعوبة تكوين نفس السلوك مـع أي مـن خوارزميـات تخطـيط مسـار التكـوين الموضـحة في القسـم السـابق. أولاً، نحتـاج إلى نمـوذج معـدل تسـاوي التضـاريس، تكـون مسـاحة تكـوين الروبوت مع ستة أرجل، كل واحدة منها مدفوعة بمحـركين مسـتقلين، يبلـغ مجموعهـا ثمانيـة عشر بعدًا (اثنا عشر بعدًا لتكوين الساقين، وستة لموقـع وتوجيـه الروبـوت المتعلـق ببيئتـه). حتى لو كانت حواسيبنا سريعة بما فيه الكفاية لإيجاد مسارات في مثل هذه المساحات عاليـة الأبعاد، فإنه سيكون علينا أن نقلق من التأثيرات السيئة مثل انزلاق الروبوت أسـفل منحـدر. وبسبب هذه التأثيرات العشوائية، من المؤكد أن مسـارًا واحـدًا مـن خـلال مسـاحة التكـوين سيكون هشًا للغاية، وحتى وحدة تحكم PID قد لا تكون قادرة على التعامل مع مثـل هـذه الحالات.

وبعبارة أخرى، فإن توليد سلوك الحركة عمدًا هو ببساطة مشكلة معقدة للغاية بالنسبة لخوارزميات التخطيط لحركة الروبوت الحالية. لسوء الحظ، فإن بنية subsumption لها مشكلاتها الخاصة.

- أولاً، يتم تحريك أجهزة AFSM عن طريق إدخال جهاز استشعار خام، وهو ترتيب يعمل إذا كانت بيانات المستشعر موثوقة وتحتوي على جميع المعلومات الضرورية لاتخاذ القرار، لكنه يفشل إذا كانت بيانات المستشعر يجب أن تكون مبنية بطرق غير بديهية بمرور الوقت. لذلك، تم تطبيق وحدات التحكم في النمط الفرعي على مهام بسيطة، مثل تتبع جدار أو التحرك نحو مصادر الضوء المرئي.
- ثانياً، إن غياب المداولات يجعل من الصعب تغيير مهمة الروبوت، وعادة ما يقوم الروبوت على النمط الفرعي بمهمة واحدة فقط، وليس لديه فكرة عن كيفية تعديل عناصر التحكم الخاصة به لاستيعاب الأهداف المختلفة.
- أخيراً، تميل أجهزة التحكم بنمط التعداد إلى أن تكون صعبة الفهم. من الناحية العملية، فإن التفاعل المتشابك بين العشرات من AFSMs المتفاعلة (والبيئة) يفوق ما يستطيع معظم المبرمجين البشريين فهمه؛ لكل هذه الأسباب، نادرًا ما يتم استخدام بنية المحتوى الفرعي في مجال الروبوتات، على الرغم من أهميتها التاريخية الكبيرة. ومع ذلك، فقد كان لها تأثير على البنى الأخرى، وعلى المكونات الفردية لبعض المعماريات.

معمارية ثلاثية الطبقات:

البنى الهجينة تجمع بين التفاعل والمداولة، ومن أشهر الطرائق المختلطة هي البنية ثلاثية الطبقات، التي تتكون من طبقة تفاعلية، وطبقة تنفيذية، وطبقة تداولية، توفر الطبقة التفاعلية تحكمًا منخفض المستوى للروبوت، يتميز بحلقة استشعار حساسة، ودورة قرارها غالبًا ما تكون حسب ترتيب المللي/ثانية. ثم تعمل الطبقة التنفيذية (أو طبقة التتابع) بمثابة الغراء بين الطبقة التفاعلية والطبقة التداولية، ومن ثمَّ فإنه يقبل التوجيهات بواسطة الطبقة التداولية، وتسلسلها للطبقة التفاعلية.

على سبيل المثال، قد تتعامل الطبقة التنفيذية مع مجموعة من النقاط الفرعية الناتجة عن مخطط مسار تداولي، وتتخذ القرارات بشأن السلوك التفاعلي الذي يجب استدعاؤه، إن دورات القرار هذه في الطبقة التنفيذية عادة ما تكون في ترتيب ثانية، والطبقة التنفيذية مسؤولة أيضًا عن دمج معلومات المستشعر في تمثيل الدولة الداخلي. على سبيل المثال، قد تستضيف إجراءات روتين التعريب ورسم الخرائط عبر الإنترنت، تولد الطبقة التداولية حلولًا عالمية للمهام المعقدة باستخدام التخطيط، وبسبب التعقيد الحسابي الذي ينطوي عليه توليد مثل هذه الحلول، فغالباً ما تكون دورة قرارها في حدود دقائق.

تستخدم الطبقة التوضيحية (أو طبقة التخطيط) نماذج لصنع القرار، قد يتم تعلم هذه النماذج من البيانات أو تزويد المعلومات الحكومية التي تم جمعها في الطبقة التنفيذية، كما يمكن العثور على متغيرات البنية ثلاثية الطبقات في معظم أنظمة برامج الروبوت الحديثة، وتكون طريقة التحليل إلى ثلاث طبقات ليست صارمة للغاية، وتمتلك بعض أنظمة برامج الروبوت طبقات إضافية، مثل طبقات واجهة المستخدم التي تتحكم في التفاعل مع الأشخاص، أو مستوى متعدد الأطراف لتنسيق إجراءات الروبوت مع إجراءات برامج الروبوت الأخرى التي تعمل في نفس البيئة.

معمارية خطوط الأنابيب:

هناك بنية أخرى للروبوتات تُعرف باسم بنية خط الأنابيب، تمامًا مثل بنية القطع الفرعي، تقوم بنية خط الأنابيب بتنفيذ عملية متعددة في نفس الوقت. ومع ذلك، فإن الوحدات المحددة في هذه البنية تشبه تلك الموجودة في البنية ثلاثية الطبقات،

معمارية خط الأنبوب مثل التي تستخدم للتحكم في سيارة مستقلة، وتدخل البيانات خط الأنابيب هذا في طبقة واجهة المستشعر، طبقة الإدراك ثم يقوم بتحديث نماذج الروبوت الداخلية للبيئة استنادًا إلى هذه البيانات. بعد ذلك، يتم تسليم هذه النماذج إلى طبقة التخطيط والتحكم، والتي تعمل على تعديل خطط الروبوت الداخلية وتحويلها إلى عناصر تحكم فعلية للروبوت، ثم يتم توصيلها إلى السيارة من خلال طبقة واجهة السيارة،

إن المفتاح إلى بنية خط الأنابيب هو أن كل هذا يحدث بـالتوازي، بيـنما تعـالج طبقـة الحـد الأقصى لبيانات المستشعر أحدث أجهزة الاستشعار، فإن طبقة الـتحكم تعتمـد خياراتهـا عـلى بيانات أقدم قليلاً. بهذه الطريقة، فإن بنية خط الأنابيب مشابهة للـدماغ الـبشري، لا توقـف مراقبي الحركة عند استيعاب بيانات المستشعر الجديدة. بدلاً من ذلك، نحن نـدرك ونخطـط ونعمل جميعًا في الوقت نفسه، على أن يتم تشغيل العمليات في بنيـة خـط الأنابيـب بشـكل غير متزامن، ويكون كل الحساب مستندًا إلى البيانات، وقوة وسرعة النظام الناتج.

الفصل
السادس عشر

ألعاب الكمبيوتر
المتقدمة

ويشتمل هذا الفصل على النقاط التالية:

- ✓ مقدمة
- ✓ لعبة الداما
- ✓ لعبة الشطرنج Drosophila
- ✓ لعبة Othello
- ✓ لعبة طاولة الزهر
- ✓ لعبة البوكر

الفصل السادس عشر

ألعاب الكمبيوتر المتقدمة

لقد فتن الناس مع الألعاب لعدة قرون. فهم يميلون إلى العمل بجد، وتلبية مسؤولياتهم، وبعد ذلك يحين وقت الاسترخاء والتنافس باستخدام الألعاب، في حين أن تحدي وتطوير عقلهم جزء من جاذبية الألعاب كذلك بالألعاب يمكنك التنافس على مستويات مختلفة إذ يمكنك اختبار معرفتك وقدراتك، ثم النظر النتائج في الوقت المناسب. يمكنك تحليل لماذا specific حدثت النتيجة (الفوز أو الخسارة أو الإنسحاب)، والتعلم من الأخطاء، ثم لعب لعبة أخرى.

في هذا الفصل سوف نركز بشكل رئيسي على، ألعاب مجموع صف من المعلومات المثالية (على سبيل المثال الألعاب التي لا تنطوي على فرصة)، بما في ذلك لعبة الداما والشطرنج،. سوف نستكشف أيضا بعض ألعاب الحظ ذات اهتمام شعبي كبير، بما في ذلك لعبة الطاولة، والجسر، والبوكر. أخيراً، ستنتقل إلى ما يسميه البعض موضوع اختبار الذكاء الاصطناعي المثالي من الحاضر والمستقبل.

لعبة الداما:

في عام 1952، برمج آرثر صامويل الإصدار الأول من برنامج لعبة الداما بوضوح، فعند برمجة لعبة الداما لـ IBM 704 كان اهتمام Samuel الرئيسي في تطوير برنامج لعبة الداما التي يمكن أن تثبت التعلم الآلي.

إن أهم ما قام به آرثر صامويل من خلال العمل على لعبة الداما ليس نتيجة النجاح التي حققها برنامجه، والتي غالبًا ما ركزت عليه الصحافة بعد فوز روبرت نيلي في مباراة واحدة، ولكن برمجة البرنامج كنموذج مبكر لدراسة وتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي، حيث تمثل العمل في بعض الدراسات الأقدم في تعلم اللعبة، لكن صموئيل قد درس بالفعل الاحتمالات وقد نظر صموئيل في إمكانيات نهج الشبكة العصبية للعبة، ولكن بدلا من ذلك، قرر الاعتماد علي نهج شبكة أكثر تنظيما للتعلم.

تم اختيار دراسة لعبة الداما للأسباب التالية:

- لعبة الداما ليست حتمية من الناحية العملية.
- كل لعبة لديها هدف محدد – حرمان الخصم من التحركات.
- قواعد الاشتباك (اللعب) واضحة.
- هناك مجموعة كبيرة من المعرفة حول اللعبة.
- كثير من الناس على دراية بقواعد لعبة الداما كمجلس اللعبة، وبالتالي فإن سلوك برنامج لعبة الداما هو أيضا مفهوم.

استخدم Samuel في لعبة الداما منهجًا قياسيًا صغيرًا لتوظيف حدود خطية سجلت مواقف من حيث عدد من الاستدلالات منها إن القدرة على اللعب أي التحرّك هي المصطلح المهيمن على التسجيل في لعبة الداما - على الرغم من أنه يتم حسابها بشكل منفصل، فإن أي تحرك سيؤدي إلى القبض على الرجال.

وبالتالي، فإن وظيفة الكشف عن مجريات الأمور الرئيسية في لعبة الداما هو التقاط القطع الخاصة بالخصم وهذا يؤدي إلى مزيد من الاستدلال مثل "إنه مفيد لتداول القطع

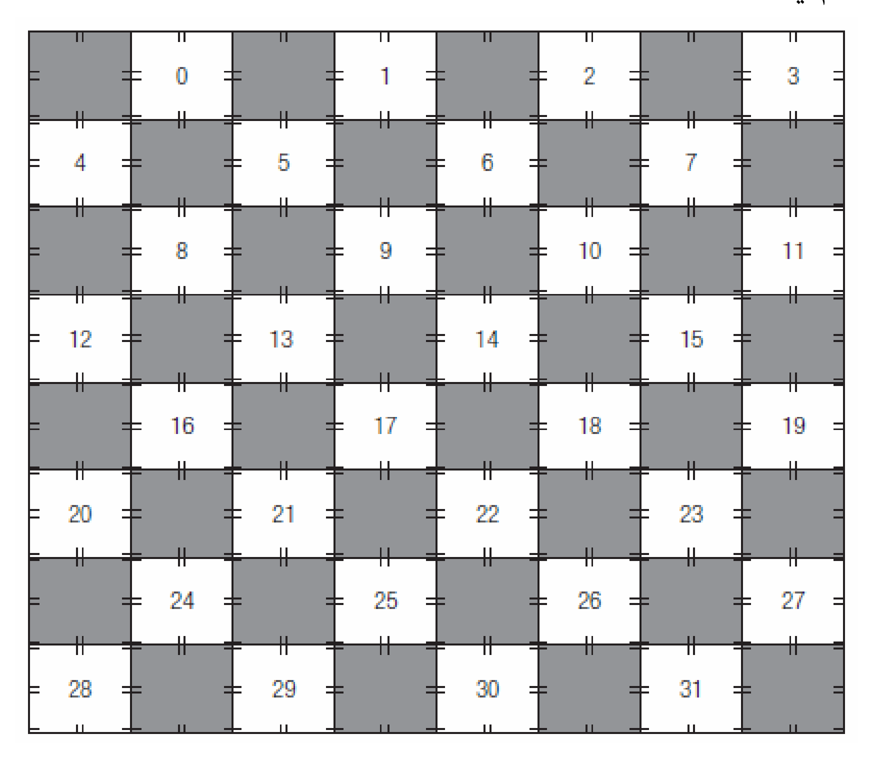
عند التقدم وتجنب التداول عندما تكون في الخلف.

كان التقدم في البرنامج عبارة عن ثلاث طبقات إلا إذا كان الموقف واحـد مـن الأنشـطة التالية، والتي من شأنها تمديد البحث:

- هذه الحركة هي قفزة (التقاط).
- كانت الحركة الأخيرة قفزة.
- التغيير ممكن.

فهذه الشروط الخاصة تمدد البحث إلى 5 أو 11 أو حتى 20 طبقة حسب الظروف.

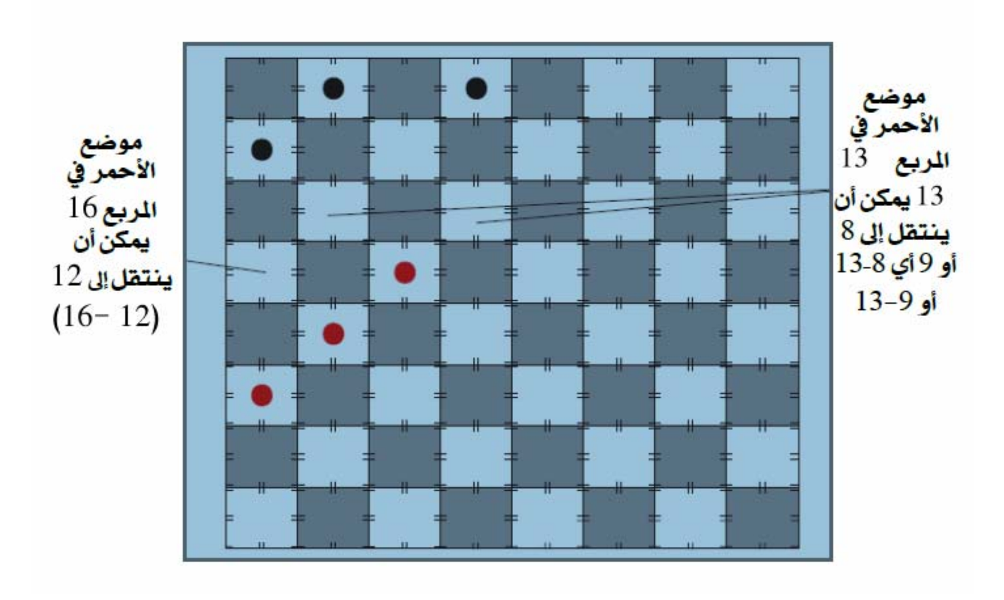
لفهم الألعاب مثل لعبة الداما والشطرنج، يجب عليك أن تصبح متفهمها لنظام الترميـز المستخدم لوصف المواقف والألعاب. والشكل التـالي يوضـح معيـار معالجـة ونظـام التـدوين المستخدم في لعبة الداما.



ومن ثم، إذا رأينا الرمز 9-13، فهذا يعني أن الأسود يلعب لعبة الداما الخاصة به من المربع المرقم 9 إلى المربع 13. ثم يمكن للأحمر الاستجابة بـ 22-17. وكما سنقرأ لاحقاً، فإن هذا جزء من سلسلة افتتاحية أثبتت أنها تحقق التعادل على الأقل مع الأسود، إن جمال وجاذبية اللعبة النهائية في الألعاب مثل الشطرنج، لعبة الداما، ولعبة الطاولة هي أن الحساب الشامل غالبا ما يكون مجديًا حتى النهاية "لإثبات حسابيا" نتيجة معينة.

هناك بعض الألعاب النهائية التي تتميز بالبساطة الأنيقة التي تتناقض مع تعقيدها الأساسي وهي بذلك تسلط الضوء على أهمية تطبيق الاستدلال والمبادئ، كما هو معروف لمجموعات اللعب المتوسطة الحائزة على لعبة نموذجية (تسلسل القسري من التحركات التي تحقق مكاسب مادية أو تفوق واضح في الموضعية)، كما يمكن أن تساعد نهاية الألعاب أيضًا في توضيح موضوع مهمة الفوز من خلال التحليل الملموس.

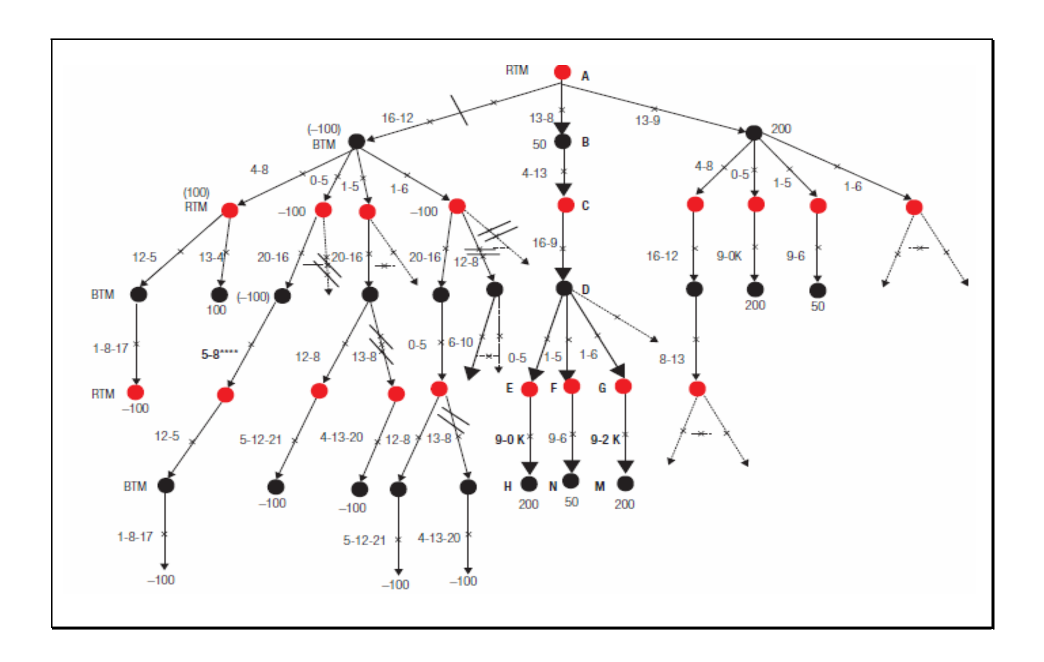
ليس من الضروري أن تكون خبيراً في اللعبة لفهم نتيجة التحليل مثل ما يلي إذا كنت ترغب في تعيين المواضع باستخدام الترميز أو رقعة الشطرنج الفعلية وتعيينها. فالشكل التالي يظهر الموقف الذي يمكن أن يحدث في لعبه الداما مع تحرك الأحمر.



تحرك الأحمر

في الوضع المخطط، يحتوي Red (للتحرك) على ثلاث تحركات قانونية: 16-12، 13-8، أو 9-13. ما أفضل حركة لـ Red للعب من حيث القيمة النظرية minimax-game-theory؟

للإجابة على هذا السؤال، يمكننا محاولة بناء حل عن طريق إنشاء شـجرة لعبـة صـغيرة ذات 5 طبقات، يوضح الشكل التالي تحليل شجرة لعبة الألفا-ماكس بيتا شبه الكامل للموضع الموضح في الشكل السابق.



لفرز تحركات الأحمر من اليسار إلى اليمـين، نحتـاج إلى فحـص الخطـوة 16-12. حيـث يستطيع الأسود أن يجيب على انتقال الأحمر بـالانتقال بــ 4-8، عـلى الـرغم مـن أن الأسـود سيفقد قطعة واحدة على الأقل بعد انتقال الأحمر 4-13. بدلاً من ذلك، يمكن لـلأسود لعـب 5-0 في الخطوة التالية وتكون إجابات الأحمـر 16-20، وهـي الخطـوة الآمنـة الوحيـدة، بعـد ذلك يقدم الأسود "عرضًا" بالتحرك 5-8 بحيث يجيب الأحمر بـ 12-5.

وأخيرًا، يحقق الأسود تركيبة رابحة مع 1-8-17، حيث يكمل بحثًا مكونًا مـن 6 طبقـات يفوز بقطعة ولعبة. لذلك، فإن الاستجابة 0-5 لحركة الأحمر 16- 12 هي تفنيد يدل عـلى أن الحركة 16-12 تخسر بعد إجراء بحث ذي 6 طبقات.

كان ذلك مثال يدل على كيفية توسيع البحث المكون مـن 3 طبقـات مـن خـلال فرصـة الإنتقال التي تحدث على 4 طبقات مع العرض 5-8، علاوة عـلى ذلـك، لا يعـد تحليـل بـدائل الأسـود الأخـرى عنـد 2 مـن الطبقـات (بعـد 16-12) أمـرًا ضروريًـا بسـبب عمليـات القطـع المحتملة لـ alpha-beta كما اتضح، وسيكشف بحث 5 طبقات أن الأسـود يتحـرك في الطبقـة 2، (1-5 و1-6) أدى أيضا إلى تضحية الأسود بقطعة واحدة.

تشير خوارزمية alpha-beta إلى أننا لا نحتاج إلى استكشـاف مـدى سـوء حركـة 16-12 لذا يمكن دحض هذه الخطوة مع 0-5.

وبالمثل، بعد إجراء بحث 5 طبقات ندرك أن 13-8 هي أفضل تحـرك باعتبـاره أسـوأ مـا يمكن أن يفعله الأحمر في نهاية المطاف هو قطعة اضافية - ملـك (200 نقطـة) أو مـا يقـرب من ملك جديد (50 نقطة).

طرق إرشادية للتعلم في لعبة الداما:

كان عمل صـموئيل جـديرًا بالملاحظـة بشـكل خـاص للتحقيـق في اسـتخدام الاسـتدلال والكيفية التي يمكن استخدامها في التعلم الآلي. في هذا الصدد، كان أحد أفكاره العامة هو أن يكون هناك إصدارات مختلفة من برنامجه يلعب بعضها ضـد بعـض وأن يكـون الخـاسر هـو الذي يتبنى الاستدلال على الفائز. بهـذه الطريقـة، سـيتعلم البرنـامج وسـيتم تحسـينه. وكـان هناك نهج آخر لمقارنة التحركات المفضلة للبرامج ضد تلك المحسوبة على أفضل وجه من قبل اللعبة

إحدى الطرق التي تم القيام بها هي أن يتم اللعـب مـن خـلال لعبـة "كتـاب" رئيسـية مخزنـة، وأن تسـجل في كـل موضـع كـم عـدد التحركـات التـي يعتبرهـا البرنـامج أفضـل مـن الحركة المسجلة وعدد التحركات التـي يعتبرهـا البرنـامج أسـوأ. يمكـن تطبيـق هـذه العمليـة

لكـلا الجـانبين. ومـن ثـم، يمكـن حسـاب معامـل الارتبـاط للتحركـات المفضـلة للـبرامج ضـد التحركات التي يقوم بها بصزرة سيئة على النحو التالي:

$$C = (L - H) / (L + H)$$

حيث، L هو عدد التحركات القانونية في موضع (أو لعبة) التي صنفها البرنامج أقل مـن الخطوة الفعلية التي تم لعبها وH هو عدد التحركات التي صنفها البرنامج أعلى من الخطـوة الفعلية التي تم لعبها.

في الممارسـة، تراوحـت هـذه القـيم مـن 0.2 (بالنسـبة للارتباطـات الضـعيفة) إلى 0.6 (بالنسبة لمعايير تقييم متعددة الحدود التي تم تبنيها في النهاية).

إذا كانت L مرتفعة ولا يزال H منخفضًا، فإن معامل الارتباط هذا لديـه أفضـل فرصـة ليكون قريبًا من 1.0، وهو النتيجة المرجوة للغاية. سيقوم البرنامج باستمرار بتقييم التحركات التي لا تُلعب أسوأ من التحركات الرئيسية، وسـيكون الحكـم بشـكل صـحيح عـلى التحركـات المحتملة الأخرى أسوأ من تحركات اللعبة الرئيسية.

حاول صموئيل الابتعاد عن إعطاء فرص فتح الكتب، وبدلاً من ذلـك، تركـه يـتعلم مـن التجربة عن طريق اللعب من مختلف المواضع، والألعاب النهائية، والألغاز.

استثمر صامويل الكثير من الجهـد في تخـزين المواضـع بشـكل فعـال (ثـم عـلى شريـط مغناطيسي أو "ذاكرة") كسلسلة بت فريدة.

كان صـموئيل بحاجـة إلى الوصـول إلى "سـجلات" جيـدة التنظـيم للمواقـف بسرعـة في الذاكرة حتـى يـتمكن البحـث مـن مقارنتهـا، وكـان أحـد الإرشـادات المثـيرة للاهـتمام الـذي استخدمها في البحث هي أنه إذا كان هناك تسلسلان مختلفان للحركـة أنتجتـا درجـة مماثلـة على عمق 3 طبقات مقابل، تسلسل تحريك على عمق 6 طبقات، فإنه سيختار تحريك العمق السـفلي (3 طبقـات) في حالـة الفـوز واختيـار حركـة العمـق العـالي (في 6 طبقـات) في حالـة الخسارة. وكان آخر إرشادي ذكي فكرة الشيخوخة.

مع الوضع في الاعتبار أن الذاكرة كانت محدودة الحجم ومكلفـة في ذلـك الوقـت إذا لم

يتم الإشارة إلى سجل (موضع) في الذاكرة لبعض الوقت، فقد "نسى" وتمت إزالته من السجل عندما وصل إلى قيمة عشوائية قصوى. كان هذا المفهوم يسمى النسيان. من ناحية أخرى، عندما تمت الإشارة إلى موضع ما في الذاكرة من خلال البحث، كان "منتعشًا" بتقسيم العمر المقترن به على 2 وهو ما يسمى بالتحديث.

كانت الشروط الأربعة لوظيفة التقييم الرئيسية المستخدمة من أجل تقليل الاهميه على النحو التالي:

- ميزة القطعة.
- الحرمان من الشغل.
- إمكانية التنقل.
- مصطلح هجين يجمع بين السيطرة على المركز وتطور القطعة.

باستخدام منهج صموئيل الإرشادي كما تم وصفه سابقًا، تم تطوير برنامج لعب دورًا جيدًا للغاية، معترفًا به في النهاية بفوزه وفقدانه في وقت مبكر، ولكنه لم يتحسن كثيرًا في اللعبة المتوسطة حيث كان لعبها بالتأكيد يتجاوز مستوى المبتدئ ولكن دون مستوى الخبير.
توصل صامويل إلى الاستنتاجات البسيطة التالية حول اختبارات التعلم:

- يجب أن تتضمن تقنية المتعلم الذاتي الفعال إجراءً لإعطاء البرنامج شعورًا بالتوجيه، ويجب أن تحتوي على نظام مكرر لفهرسة وتخزين الوظائف.
- كانت قيود سعة التخزين مصدر قلق للآلة التي كانت تُستخدم في ذلك الوقت (IBM 704).
- لعبة مثل لعبة الداما هي وسيلة مناسبة لتطوير وإثبات تقنيات التعليم الآلي.

وقد تم تطوير الدراسات في عملية تعميم التعليم باستخدام نسختين من البرنامج هما:

- واحدة تسمى ألفا
- والأخرى تسمى بيتا.

البرنامج ألفا يعمم تجربته بعد كـل خطـوة عـن طريـق تعـديل المسـاهمين في تقييمـه متعدد الحدود، واستبدال المصطلحات التي تبدو غير مهمة بمصطلحات جديدة مأخوذة مـن قائمة الاحتياط، بينما تستخدم Beta نفس الحدود للتقييم طوال مدة أي لعبة.

يستخدم برنامج ألفا "الإنسان" للعب ضده كخصم، وأثناء اللعب الذاتي يلعب ألفا وبيتا بعضهما بعضاً.

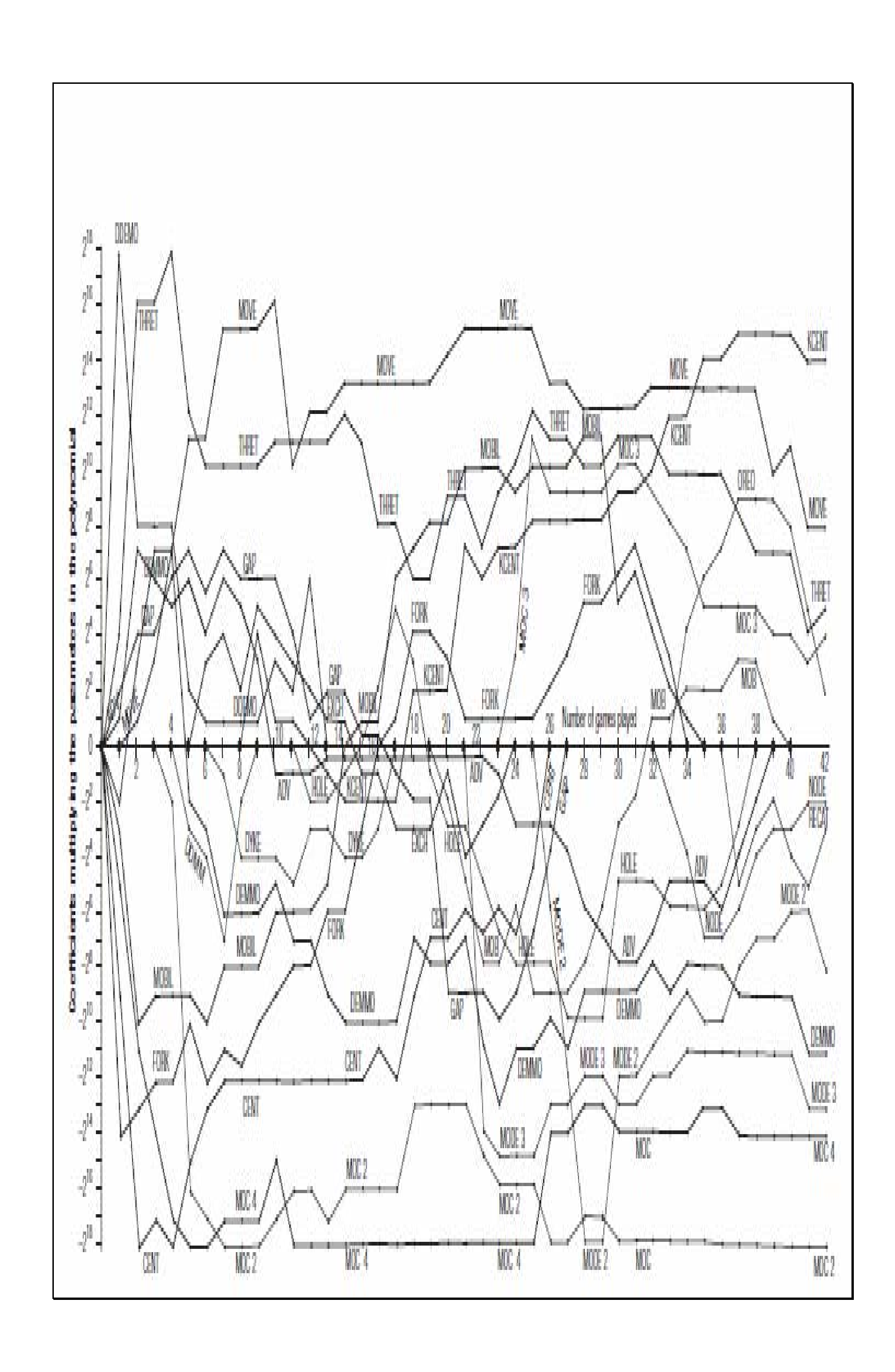
أثناء اللعـب ضـد Beta وفي حالـة فـوز Alpha، يتبنـى Beta دالـة تسـجيل النقـاط في Alpha إذا فاز بيتا، ويقوم جزء محايد من البرنامج بتقييم ألفا.

أما إذا أخفق ألفا في عدد معين من المرات (عادةً تكون ثلاثـة)، يـتم تعيـين معامـل حـدود متعدد النقاط إلى 0، وفي هذه الحالة من الناحية المثالية، وعليه يجب أن يقوم البرنـامج بتعـديل الحدود الخاصة به، لكن من الناحية العملية، كان التـدخل اليـدوي (الـبشري) ضروريًـا في بعـض الأحيان حيث يمكن استخدام 38 طريقة حسابية في كثير الحدود، ولكـن 16 منهـا فقـط كانـت تُستخدم في وقت واحد، بينما بقيت الـ 22 المتبقية في قائمة الاحتياطيات.

في نهاية المطاف، انتقلـت التحركـات التـي سـجلت بشـكل متكـرر إنخفاضـا في معامـل الارتبـاط إلى الجـزء السـفلي مـن قائمـة الاحتياطيـات واسـتبدلت بمصـطلح مـن أعـلى قائمـة الاحتياطي، على سبيل المثال ، تم استبدال مصطلح نشط كل ثمـاني حركـات وإعـادة تـدويرها للحصول على فرصة أخرى كل 176 حركة، يمكن أيضا اسـتبدال الشروط لاسـتخدامها في الحـد الأدنى.

كان من الممكن أيضًـا اسـتخدام معـادلات ثنائيـة لـلشروط، مـع وجـود علامـات قابلـة للتعديل، ولكن تقرر قصرها على عدد صغير.

تم استخدام سلسلة من 28 مباراة لعبها البرنامج (ألفا ضد بيتا) لاختبار تعمـيم الـتعلم مع زيادة عدد الألعـاب التـي تـم لعبهـا، وتغـيرت مجموعـة مـن المصـطلحات بشـكل كبـير، اسـتقرت مجموعـة المصـطلحات، كـما زادت قـوة الماكينـة وقـدرتها عـلى الـتعلم بعـد هـذه الألعاب، اعتبر البرنامج لاعباً أفضل من المتوسط.


Coefficients multiplying the parameters in the polynomial
Number of games played
DDEMO
THRET
MOVE
KCENT
MOBL
FORK
GAP
DEMMO
ADV
HOLE
EXCH
DYNE
CENT
MOC 2
MOC 3
MOC 4
MODE 2
MODE 3
MOB
CRED
RECAT
DEMMO
MOC

وقد تبين أن العيوب التالية هي المسؤولة في معظمها عن سوء أداء البرنامج:

- تم خداع البرنامج عن طريق اللعب السيئ عمدا من جانب الخصم لذا كان الحل البسيط هو تغيير معاملات الارتباط إلى درجة أقل بشكل جذري عندما تم إنشاء درجات إيجابية.
- التغييرات المتكررة للمصطلحات التي تم إجراؤها على وظيفة التقييم.
- الاعتماد على التحركات التي بدت كما لو أنها أحدثت تحسنا مذهلا، في حين أنها كانت في الواقع عملية بناء للأرض، وحركات أبسط تحدث في وقت سابق.

يوضح الشكل السابق من صموئيل (1967) نتائج سلسلة ثانية من التعلم عن طريق اختبارات التعميم التي قام بها صمويل.

وفيما يلي استنتاجان هامان من الاستنتاجات التي توصل إليها صموئيل (1967) حول التعلم الآلي:

- يمكن لنموذج تعميم بسيط من النوع المستخدم هنا أن يكون جهازًا فعالًا للتعلم للمشاكل القابلة لإجراءات شجرة البحث.
- حتى مع مجموعة المصطلحات غير المكتملة والمتكررة التي تم استخدامها حتى الآن، من الممكن للكمبيوتر أن يتعلم البحث على لعبة أفضل من لعبة الداما في المتوسط في فترة قصيرة نسبيا من الزمن ".

تعميم التعلم:

في نهاية تجاربه الأولى، لاحظ صموئيل أن البرنامج الذي يستخدم التعلم عن ظهر قلب تعلم كيفية لعب الفتحات القياسية وتعلم كيفية تجنب معظم مصائد النهاية القياسية.

فالبرنامج لم يتعلم أبداً كيف تلعب اللعبة المتوسطة جيداً على العكس من ذلك، فإن البرنامج الذي استخدم التعميم لم يتعلم أبدًا العزف على الفتحات القياسية، ولم يتعلم العزف بشكل جيد، لكنه تعلم أن يلعب بشكل جيد في اللعبة الوسطى، ويفوز بشكل فعال في المواقف مع زيادة قطعة.

ومن ثم اعتبر التعلم عن ظهر قلب مفيدًا للحالات التي كان فيها الإجراء محددًا للغاية، أو تأخر النتائج طويلاً، في حين كان تعلم التعميم مفيدًا حيث كان هناك عدد كبير من التباديل وأين يمكن تحقيق النتائج بسرعة.

ثبت أن التعلم باستخدام تقنية البحث بحد أدنى ألفا بيتا طريقة موثوقة ولكنها بطيئة. بدلاً من الأسلوب الخطي متعدد الحدود، حوّل صامويل (1959، 1967) انتباهه إلى جداول التوقيع حيث تتم قراءة قيم المصطلحات من جداول التوقيع ويتم تجميعها كمجموعات فرعية.

ويخلص صامويل إلى أن محاولات دراسة اللاعبين المدققين الأقوياء و"أساليب التفكير" الخاصة بهم غير مجدية إلى حد ما، مشيرا إلى أن "... من ملاحظة الكاتب المحدودة للاعبين في المدقق، اقتنع أنه كلما كان اللاعب أفضل، كلما كان هناك ارتباك أكثر وضوحا في مقاربته".

كما خلص صامويل (1967) إلى أن "البحث عن الاستدلال" هو "مهمة أكثر تعقيدًا من اللعب نفسه".

درس Samuel أيضًا وأبلغ عن كيفية استخدام إجراء alpha-beta على نحو أكثر فاعلية لتقليل شجرة البحث الضرورية للعبة الداما.

ويطلق على أحد هذه الأساليب "تحليل الجدوى" - وسيُستخدم لإجراء بحث على عمق متشابك لتحديد أكثر التحركات قبولًا بسرعة. يمكن إجراء تحليل معقول كذلك على أعماق مختلفة في الشجرة.

يشير صامويل إلى أن بعض المخاطر مرتبطة بحركات مشذبة (أو مقلوبة إلى الأمام)، على الرغم من إمكانية إجراء المزيد من التقليم بأمان في المستويات (الأعمق) في الشجرة أكثر من المستويات الأعلى في الشجرة عند التقييم واختيار الحركات أكثر أهمية.

كما تحدث صامويل عن مشاكل كبيرة في التعامل مع ما أسماه "تحركات الملعب" (أو التصرفات المؤقتة).

ومن الطبيعي أن تكون هذه المفاهيم جديرة بالاعتماد على برامج لعب تقليدية لأنهـم لا يستطيعون تحديد العائد على استثماراتهم في وقت قريـب أو بطـرق "طبيعيـة" مـا لم يـتم بذل جهود خاصة لتحديد مثل هذه المواقف.

تقييم جدول التوقيع:

كان الهدف من جداول توقيع صموئيل هو تجميع المصطلحات التي يعتقد أنها مرتبطة معاً في ترتيب واحد، ثم تنظيم الجداول على ثلاثة مستويات على النحول التالي:

- 105 إدخالات عند المستوى الأول.
- 125 إدخالات في المستوى الثاني.
- 343 إدخالات في المستوى الثالث.

في ترتيب آخر، كان هناك:

- 68 مدخل عند المستوى الأول.
- 125 مدخل في المستوى الثاني.
- 225 مدخلاً في المستوى الثالث.

وقد تم بذل الكثير من الجهد لجعل قيم جداول التوقيع ذات مغزى.

كانت العديد من الإدخالات صفرًا أو كانت تحتوي ببسـاطة عـلى بيانـات غـير مفيـدة، حتى بعد مقارنتها بأكثر من 100000 موضع لعب.

تم حساب معاملات الارتباط لقياس آثار التعلم للإجراء المتبع ولاجـراء متعـدد الحـدود الخطي كدالة في العدد الكلي لتحركات الكتب التي تم تحليلها.

وقد وجد أن نهج جدول التوقيع كان له ارتباط أعلى بكثير مـن الـنهج متعـدد الحـدود الخطي. بعد دراسة 175.000 حركة، وصل إلى حد 0.48 ارتبـاط لطريقـة جـدول التوقيـع، في حين أنه استقر عند ترابط 0.26 بعد 50000 حركة للنهج الخطي متعدد الحدود.

إحدى المشاكل التي لاحظهـا اللاعبـون الأقويـاء في مجـال المـدقق الـبشري مـع برنـامج

صمويل هي أنه لا يبدو أن لديه إحساساً بالاستراتيجية طويلة الأجل، وبدلاً من ذلك بدا أن كل موضع يتم تقييمه على أنه مشكلة جديدة تمامًا.

كانت إحدى المحاولات لمعالجة هذه المشكلة هي دمج جداول التوقيع مع تحليل معقول، وكان الاعتماد المتبادل للمصطلحات المتعلقة بالاستراتيجية هو الهدف من استخدام هذا النهج، وعندما بدا أن البارامترات ذات الصلة تعمل بشكل فعال، فقد تم ترجيحها بعامل ثابت.

مراقبو بطولة العالم مع Chinooker Chinook:

إلى جانب كونه عالما حاسوبيا قويا جدا، فإن جوناثان شيفر منافس قوي، مثل معظم لاعبي الشطرنج الأقوياء.

حوالي عام 1990، اعترف جوناثان شيفر (D. K. and others) أنه يريد حقا أن يكون بطل العالم لشيء ما، حيث طور برنامج شطرنج اسمه فينيكس في منتصف الثمانينات، والذي يعتبر نموذج للتاريخ المتوسط لشطرنج الكمبيوتر إذ يمكن أن يلعب فريق Phoenix على مستوى الفئة 2000-1800(A) ولكن ليس أفضل بكثير.

لأسباب مختلفة، شعر شيفر أن لديه فرصة ضئيلة لتطوير برنامج الشطرنج على مستوى العالم، وكان منهجه في تطوير برنامج الشطرنج هو دراسة وتطوير أساليب مجربة مختلفة فقد حاول أن يقيم بشكل منهجي كيفية أداء إصدارات مختلفة من برامجه عند إضافته أو إزالته لإستراتيجيات محددة.

ففي عام 1989، قرر شيفر أن يشرع في تطوير برنامج الداما على مستوى العالم، والذي شعر أنه هدف قابل للتحقيق فقد كان برنامج Samuel Checkers قوياً جداً لكن تم حله في عام 1979 عندما هزم برنامج الداما بجامعة Duke في مباراة قصيرة.

وبحلول عام 1990، حصلت نسخة برنامج الداما التي طورها كل من (Schaeffer، Norman Treloar، Robert Lake، Paul Lu، وMartin Bryant) على حق لعب مباراة في بطولة العالم مع Marion Tinsley، الذي كان لمدة 40 عامًا بطل العالم في لعبة الداما،

وحدثت المباراة مع Tinsley inally في عام 1992 مع 40 مباراة لعبت الداما وحققت الفـوز أربع مرات مقابل انتصارات تينلي.

في عام 1994، تم ترتيب مباراة العودة مع تينسلي، ولكن بعد ست مباريـات فقـط تـم التعادل فيها جميعا، استقال مـن المبـاراة بسـبب حالتـه الصـحية، وقـد تـم تشـخيص حالتـه بالسرطان بعد أسبوع وتوفي بعد 8 أشهر.

كان Chinook هو البرنامج الأول للفوز ببطولـة العـالم الـبشري في أي لعبـة، وفي وقـت لاحق دافع شينوك عن لقبه مرتين ولم يهزم أبداً بعد 1994.

في عام 1997، تقاعد من منافسة إنسانية على مستوى كان يقـدر بــ 200 نقطـة تقيـيم فوق أفضل اللاعبين البشر. وبعبارة أخرى، مـن المتوقـع أن يسـجل 75٪ في مبـاراة ضـد بطـل العالم البشري.

يجب أن يتوج جوناثان شيفر (1957–) "رائد ألعاب الكمبيوتر." فقد حصل على درجـة الدكتوراه في علوم الكمبيوتر من جامعة واترلو في عام 1986 وهو لاعب شطرنج على مستوى الماجستير، وبحلول عام 1994 حصل على لقب أستاذ علوم الكمبيوتر في جامعـة ألبرتـا، وكـان رئيسًا لقسمه في الفترة من 2005 إلى 2008، ومنذ عام 2008 كان نائبًا لرئيس الجامعـة ونائبًـا مشاركًا لتقنية المعلومات بجامعة ألبرتا.

بـدأ شـيفر يشـتهر في الثمانينيـات بتطـوير برنـامج شـطرنج حاسـوبي قـوي يـدعى PHOENIX والذي تنافس بانتظام في بطولة أمريكا الشمالية للشطرنج العالمية للكمبيوتر.

في حوالي عام 1990، قرر أن يتابع لعبـة الـداما كي يشـعر أنـه يسـتطيع تطـوير برنـامج بطولة العالم، وقد تحقق ذلك في عام 1994 عندما هزم برنامجه بطل العالم (ماريون تينسلي) في العقد الأخير.

ليس مـن الغريـب نظـرا لخلفيـة شـيفر وخبرتـه، فقـد تـم تصـميم Chinook مـع هيكل "مماثـل لـذلك مـن برنـامج الشـطرنج نمـوذجي." 6، 7، 2 وذكـر أيضـا أن شـينوك يستخدم "البحث والمعرفة وقاعدة بيانات التحركات الافتتاحية، وقواعد البيانات النهائية.

تستخدم Chinook بحثًا عن alpha-beta مع عـدد لا يـحصى مـن التحسـينات، بمـا في ذلـك التعميق التكراري وجداول التحويل وترتيب النقل وملحقات البحث وخفض البحث.

تمكنت الداما مـن إجـراء مـا لا يقـل عـن 19 عمليـة بحـث عـلى Tinsley (باسـتخدام الأجهزة عام 1994)، مع وصول طلبات البحث أحيانًا إلى 45 طبقة في الشجرة. كـان متوسـط الموقف الذي تم تقييمه في المعتاد 25 رطلًا في البحث. "

حل لعبة الداما:

وفي الآونة الأخيرة، أظهر شيفر أن لعبة الداما يمكن حلها ويجب أن تنتهي بالتعادل مـع أفضل أداء فنسخة كاملة من لعبة الداما تتكون من ما يقـرب مـن 500 مليـار وظيفـة، 5 × 1020 مواقف ممكنة.

استخدم شيفر منهجا معينا هو ""الداخل إلى الخارج" لحـل لعبـة الـداما، فعـلى عكـس الشطرنج كان يعرف أن اللعبة قد تكون سهلة الـتحكم إذا كانـت الفتحـات (مثـل التحركـات العشرة في كل جانب) قد تم إعدادها مسبقًا أو حلها بمكتبات افتتاحية قياسية طورها الـبشر للعبة على مدى عقود عديدة، فقد فحص بحث Chinook هـذه المكتبـات المفتوحـة بعنايـة وعمق، في حين حلّت قواعد البيانات نهاية اللعبة من خلال البحث والتحليل من خلال تـوفير نتائج جميع المواضع مع إجمالي 10 أو أقل من القطع المتبقية على اللوحة.

تشتمل تقنيـة البحـث واسـتخدام قاعـدة البيانـات عـلى "الخبـز" (أو خـارج) الشـطيرة المعقدة، ويمكن اعتبار "اللحم" على أنه بحث مقترن بالاسـتدلال عـلى التعامـل مـع منتصـف اللعبة، بعبارة أخرى بمجرد معرفة الفتحات والنهايات، لا يتبقـى الكثـير في منتصـف اللعبـة - لنقل 20 نقلة في المتوسط.

تم حل لعبة الداما باستخدام ثلاثة خوارزميات وقواعد بيانات:

- تم تطوير قاعدة البيانات النهائية باستخدام التحليل الرجعي من خلال العمـل المتخلـف مـن جميـع المواضـع المعروفـة مـن قطعـة واحـدة وقيمهـا، وربطهـا بجميـع المواضـع

التي تتكون من قطعتين، ثم من ثلاث وظائف، وهكذا. تتكون قاعدة البيانات التي تتكون من 10 قطع من 3.9 × 1013 موضعًا تم تحديد قيمة نظريتها في اللعبة.

- تستخدم إدارة شجرة الإثبات بحثًا متقدمًا للحفاظ على شجرة الإثبات أثناء تطويرها وإنشاء مواقف تحتاج إلى مزيد من الاستكشاف.
- يستخدم المحلل القائم على الأدلة أيضًا البحث إلى الأمام لتحديد قيم المواضع التي يقدمها مدير شجرة الأدلة.

تم العثور على أطول تسلسل حركة معروفة لفرض الفوز في قاعدة بيانات 10 قطعة لتكون 279 رقائق، يتم ضغط 39 تريليون وظيفة ممكنة إلى 237 غيغابايت، بمتوسط 143 موقعًا لكل بايت.

ويمكّن لبرنامج الضغط المخصص إزالة الضغط في الوقت الحقيقي بسرعة 8،9، بدأ بناء قاعدة البيانات في عام 1989 لجميع المواقع الممكنة بأربع قطع أو أقل على اللوحة.

بحلول عام 1996، غطت قاعدة البيانات جميع النهايات بثمانية قطع أو أقل.

في عام 2001، مع تحسين الموارد الحاسوبية، كان من الممكن بناء قاعدة البيانات المكونة من ثماني قطع في شهر واحد فقط، بدلاً من أكثر من 7 سنوات!

في عام 2005، اكتمل حساب قاعدة البيانات المكون من 10 قطع.

في البداية، في عام 1989، تم استخدام 200 جهاز كمبيوتر، ولكن في عام 2007، كان متوسط عدد أجهزة الكمبيوتر المستخدمة 50.

تم التوصل إلى حل لعبة الداما بطريقة تعرف حلها بشكل ضعيف. بهذا المعنى، لم يتم تحليل وحل كل موضع في اللعبة (والذي سيتم "حله بقوة")، ولكن بدلاً من ذلك، تم العثور على سلسلة فريدة من التحركات وتحليلها والتي أظهرت أن اللاعب الأول الذي يتحرك (أسود) يمكنه الحصول علي أقل تعادل قسري من خلال البدء في التحرك 09-13. ثم أجاب الأبيض 22-17، والذي يقدم القبض عليه ويجبر الرد 13-17-22.

اتضح أن كل الردود الستة الأخرى للاعب الأبيض على تحرك الأسـود الأولي 09-13 (21-17، 22-18، 23-18، 23-19، 24-19، و24-20) تؤدي إلى التعادل على الأقل مع الأسود، لذلك يفضل للأبيض التحرك 22-17.

وهكذا، تم إنشاء شجرة إثبات مخزنة بإجمالي 107 مواقع "فقط".

يتطلب تخزين كل موضع بدءًا من الخطوة الأولى 09-13 العديد من وحدات تيرابايت. وبالتالي، أدى الجمع بين النتائج الإرشادية من البحث ومدير شجرة الإثبات إلى تقليل عدد المواضع المخزنة لتحليلها إلى حجم معقول، لأغراض التخزين والحساب على حد سواء. أطول تسلسل حلل كان 154 رقائق. انظر الجدول 2 في الشكل 16.5. تم تحليل الطبقة الزائدة بمقدار 20 نقطة بواسطة المحلول ثم ربطها بموضع قاعدة بيانات يمكن أن يكون تحليلها نتيجة لعدة مئات من التحليلات.

وعموما، فإن الجهود المبذولة لحل لعبة الداما شملت 18 عاما من قبل فريق شيفر، وتجمع بين عدد من نهج الذكاء الاصطناعي بما في ذلك تقنيات البحث العميقة والبراعة، ودلائل خوارزمية خفية، الاستدلال المستمدة من الخبراء البشريين، وتقنيات قواعد البيانات المتقدمة.

لعبة الشطرنج: Drosophila

كتب نويل وشو وسيمون عن الشطرنج والذكاء الاصطناعي منذ حوالي 50 سنة، لذلك خضعت الشطرنج لأكثر من 250 سنة من الدراسة المكثفة، وعلى الرغم من أكثر من 50 عامًا من المساعدة في دراسة اللعبة مع أجهزة الكمبيوتر وجهود العديد في إعداد قواعد البيانات الضخمة لألعاب الشطرنج وفتحات الشطرنج والألعاب الوسطى والنهايات، لا نعرف حتى الآن الإجابات على الأسئلة الأساسية التالية:

1- ما هي نتيجة لعبة الشطرنج مع اللعب الأفضل؟

2- ما هي الخطوة الأولى الأفضل للأبيض، أو أي حركة أخرى؟

بالإضافة إلى ذلك، يحاول الآلاف من محترفي الشطرنج في جميع أنحاء العالم كسب

العيش من التنافس والتدريس والكتابة وتنظيم مختلف جوانب هذه اللعبة الفكرية بطريقة مميزة، علاوة على ذلك يتم كتابة المزيـد مـن الكتـب عـلى لعبـة الشـطرنج أكـثر مـن جميـع الألعاب ففي نهاية كل أسبوع تقريبًا، يمكنك المشاركة في بطولة في لعبة الشـطرنج عـلى بعـد بضع مئات من الأميال من المكان الذي تعيش فيه.

فمن الواضح أن لعبة الشطرنج هي لعبة مثيرة، لم تكن لها شأن بأي حال مـن الأحـوال، على الرغم من أن بطل العالم الكـوبي العظـيم (1921-1927)، خوسـيه راؤول كابابلانكـا، تنبـأ بأنه قد يكون كذلك.

تُقدم معظم ألعاب الشطرنج ما يقدر بـــ 30 تحركًـا ممكنًـا لكـل لاعـب في كـل موقـف لعب نمـوذجي أمـا إذا اسـتمرت لعبـة ماسـتر تنافسـية نموذجيـة فإنهـا تقـدم مـا يقـدر (40 تحركات)، يمكنك معرفة السبب في أن هناك ما يقدر بـ 1043 لعبة شطرنج ممكنـة ومعقولـة بما في ذلك الألعاب غير المعقولة، تقدر لعبة الشطرنج بوجـود 10120 وظيفـة ممكنـة، بمـا في ذلك التحركات غير المعقولة من كل جانب ويعد هذا رقم هائل.

تظل الشطرنج رائجة اليوم، حتى مع وجود برامج كمبيوتر قويـة يمكنهـا المنافسـة عـلى الأقل مع أفضل اللاعبين البشر.

يجمع الشطرنج بين عناصر الرياضة والعلوم والحرب والفن في النضال الذي يتطـور بـين اثنين من الخصوم أولئك الذين لا يفهمون تماما قواعـد وأهـداف اللعبـة قـد لا يكـون لـديهم رؤية هذه العناصر في اللعبة، لكن أولئك الذين يلعبون عـلى أعـلى مسـتوى سـوف يشـهدون بسرعة على وجود هذه العناصر. لماذا ؟ عـلى سـبيل المثـال، الشـطرنج في أفضـل حالاتـه هـو الماراثون. أي أن الألعاب على أعلى مستوى اليوم (حتى مع السرعة لتجنب التأجيل والتـدخل الخارجي المحتمل) ستستمر عادة من 4 إلى 6 ساعات. لذا فإن القـدرة عـلى التحمـل والقـوة البدنية التي تحاكها الرياضة غالباً ما تكون ضروريـة للتنـافس النـاجح. كـما يقـدم الشـطرنج الكثير من الفرص للتحليل العميق، والحساب الدقيق، والجمع بين الحدس والمعرفة، والخـبرة، وغريزة شبيهة بعمليات صنع القرار في العلوم.

تدخل عناصر الحرب في لعبة الشطرنج عندما تفكر في العوامل التكتيكية والاستراتيجية التي تساهم في عملية اختيار خطوة أو خطة أو سلسلة من الخطوات شرط أن تكون سلامة الملك في المقام الأول.

من المهم تحديد المواقع للقوات (عادة في الوسط) لتكوين ضربة سريعة، وتوفير والأمن، والقدرة على المناورة. كما أن توزيع القوات ومشاركتها المنسقة أمر مهم مثل التوقيت وعنصر المفاجأة، وأخيراً فإن فكرة النضال والرغبة في الفوز هي العوامل البشرية التي تجعل الشطرنج فريدة ومميزة ومتميزة.

في عام 1933، حصل توماس هانت مورغان من معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا على جائزة نوبل على بحثه في علم الوراثة السكانية. استند هذا البحث إلى دراسات حول الحشرة الشائعة المعروفة باسم ذبابة الفاكهة. كانت ذبابة الفاكهة مثالية لمثل هذه الدراسات بسبب دورة حياتها القصيرة وسماتها القابلة للتمييز بسهولة، بما في ذلك امتداد الجناح ولون العين ؛ فضلا عن اقتصادها للتجريب.

استطاع مورغان وزملاؤه من جامعة كولومبيا، في عام 1910، الحصول على معلومات من تجارب منخفضة التكلفة مع ذبابة الفاكهة التي توفرها الموارد المحدودة في العصر، وقد أشار جون مكارثي إلى عالم الرياضيات والباحث الروسي ألكسندر كرونراد مع عبارة "الشطرنج هي ذبابة الفاكهة في الذكاء الاصطناعي".

واعتبر الراحل دونالد ميتشي الشطرنج مناسبًا لتجربة الذكاء الاصطناعي للأسباب التالية:

- يشكّل الشطرنج مجال معرفي رسمي جيد.
- يتحدى أعلى مستويات القدرة الفكرية على مجموعة واسعة من الوظائف المعرفية، بما في ذلك الحساب المنطقي، والتعلم عن ظهر قلب، وتكوين المفهوم، والتفكير التناظري، والاستدلال الاستقرائي والاستنباطي.
- تراكمت مجموعة مفصلة من المعرفة عن لعبة الشطرنج على مر القرون في أعمال الشطرنج التعليمية.

- يتوفر مقياس رقمي مقبـول بشـكل عـام لـلأداء ELO، ونظـام تصـنيف اتحـاد الولايـات المتحدة للشطرنج (USCF).
- يمكن تقسيم لعبة الشطرنج إلى ألعاب فرعية لتحليلها بشكل منفصل.

خلفية تاريخية لشطرنج الكمبيوتر:

حاول الناس الحصول على أجهزة كمبيوتر للعب الشطرنج لعدة قرون يمكن أن نـذكرها في النقاط التالية:

- قام المخترع الإسباني توريس يي كويدو (حوالي 1900) بتطـوير جهـاز ميكـانيكي للفـوز في النهاية بـ K + R مقابل K. 14.
- في عام 1948، قـام آلان تـورينج، الـذي يعتـبره العديـد "والـد علـوم الكمبيـوتر"، وكلـود شانون، المعروف باسم "أب علم المعلومات"، بتطوير الخوارزميات الأساسية التي لا تـزال تستخدمها برامج الشطرنج اليوم بشكل مستقل.
- توقع الراحل الحائز على جائزة نوبل في الاقتصاد، هربرت سيمون مـن جامعـة كـارنيجي ميلون، أن الكمبيوتر سوف يصبح بطل الشطرنج في غضون 10 سنوات. ومـع ذلـك، فقـد ثبت أنه غير صحيح بعد العديد من المحاولات البدائية لتطوير بـرامج الشـطرنج، حيـث قام نيويل وسيمون وشاو ببذل جهود جادة في عام 1959.
- وفي عام 1967، قام ريتشارد جـرينبلات مـن معهـد ماساتشوسـتس بتطـوير التكنولوجيـا (MIT) برنامج المستوى الأول للنادي Machack، الذي عزف حول مستوى 1600، حيث سمح غرينبلات فقط لبرنامجه باللعب ضد البشر
- في عام 1968، قام ديفيد ليفي، IM الاسكتلندي، بعمل رهان مع ثلاثة من أساتذة علـوم الكمبيوتر مقابل 2000 دولار، بحيث لم يتمكن أي برنامج كمبيوتر مـن ضربـه في مبـاراة شطرنج خطيرة. قام ليفي بهذا الرهان في محاولة لتحفيز البحث والالتزام بتطـوير بـرامج شطرنج كمبيوتر قوية.

- في عام 1970، أطلق Monty Newborn، أستاذ علوم الكمبيوتر بجامعة McGill، بطولة أمريكا الشمالية للشطرنج الحاسوبية، والتي ظلت لمدة 25 عامًا تحتل مكانًا جيدًا كخبرة مستمرة لقياس التقدم في برامج شطرنج الكمبيوتر.
- بين عامي 1970 و1980، كانت بطولة أمريكا الشمالية للشطرنج الحاسوبية (التي عرفت فيما بعد ببطولة الشطرنج الدولية للحاسب الآلي) تهيمن عليها سلسلة الشطرنج x.3 من جامعة نورث وسترن وx.4 من البرامج التي طورها ديفيد سليت ولاري أتكين وكيث غورلين.
- في عام 1978، تم تحدي IM Levy وفاز بسهولة على Chess 4.7 بنتيجة 1.5-3.5.
- في عام 1983، أصبح برنامج Belle، وهو برنامج Ken Thompson في Bell Laboratories، البرنامج الرئيسي الأول على مستوى USCF المصنف رسمياً. ولكن في بطولة العالم للشطرنج في الكمبيوتر لعام 1983 (مدينة نيويورك)، التي عُقدت كل 3 سنوات، هُزم بيل من قبل كراي بليتز، التي طورها بوب حياة وألبرت غوير وهاري نيلسون من جامعة جنوب ميسيسيبي.
- مرة أخرى في عام 1983، تحدى ليفي بهزيمة مرة أخرى وفاز مرة أخرى على بطل العالم في برنامج Cray Blitz 4-0 في مباراة في لندن. ركض Cray Blitz على أسرع حاسوب في العالم في ذلك الوقت، Cray XMP. خدم أحد المؤلفين (D. K.) باعتباره الثاني ليفي للمباراة. تمكن ليفي من إخراج كراي بليتز من كتابه الافتتاحي مبكرًا لتوجيه مواقف اللعبة المتوسطة التي تم حجبها بشكلٍ عام، وبصفة عامة، تجنّب براعة Cray Blitz التكتيكية، بينما استغل ظروف المباراة بشكل عام ليجعل Cray Blitz في مشكلة الوقت.. وبالتالي، لم يستطع Cray Blitz أن يستفيد من مميزاته الرئيسية: قوة الحساب، وعمقه، ودقته.
- بين عامي 1985 و1988، سرعان ما أصبح هايتك (برلينر وآخرون، جامعة كارنيجي ميلون) البرنامج المهيمن والعادي لكسر حاجز 2400. Hitech كانت لعبة هجينة تتألف من معرفة الشطرنج وعمق البحث.

- في عام 1987، طوّرت فيديليتي للإلكترونيات (ميامي، فلوريدا) برنـامج الشـطرنج الحـائز عـلى شـهادة الماجسـتير المصـمم عـلى المسـتوى الـرئيسي (Spracklen and Spracklen وBaczynskyjs وKopec). كان محرك الشطرنج الخاص بهم على ما يرام لدرجة أنـه تـم بيعه واستخدامه من قبل مطوري برامج سلسلة Chessmaster ™ الشهيرة.

كيفية لعب الشطرنج:

إن لاعب الشطرنج يبدأ بمجموعة مهارات وقدرات محدودة، تسمح له باللعب، لكـن لا تضمن له الفوز بالضرورة. وبالتأكيد سيتعرض الخصم لعدد من الهزائم والتي قد تترافـق مـع بعض العبارات مثل "لم أفكر بهذه الحركة!"، "لم أنتبه إلى خطتك!".

وكل لعبة يمر بها هذا اللاعـب هـي تجربـة يختزنهـا الـدماغ الـبشري، فيسـجل حـالات الرقعة المختلفة، ويحلل هذه التجارب ليكتشف خططاً وخـدعاً جديـدة. وعنـد تطـور مسـتوى المهارة غالباً ما يتجه اللاعب إلى قراءة كتب الشطرنج ليكتشف أنماط لعـب جديـدة اسـتُخدِمَت من أفضل اللاعبين تاريخياً، ليطور استراتيجياته وتكتيكاته مع كل لعبة يمر بها.

إذاً بالنسبة للاعب الشطرنج، لعبة الشطرنج عبارة عـن نشـاط ذهنـي عـالي المسـتوى - واستخدام الذاكرة البصرية لمطابقة أنماط اللعب وتذكر مواضع القطع عـلى الرقعـة، ومراعـاة قواعد وتعليمات اللعبة، بالإضافة إلى التفكير الواعي.

إن كان الشطرنج نشاطاً فكرياً عالياً يختص به البشر ويتطلب قدراً من الذكاء والتفكـير، إذاً كيف يمكن للحاسب الآلي أن يلعب الشطرنج؟

إن الحاسب الآلي لا "يلعب" الشطرنج كـما يفعـل الـبشر، فالحاسـب الآلي الـذي يلعـب الشطرنج لا "يفكر" كالإنسان، بل يقوم بإجراء حسابات كثـيرة باتبـاع خوارزميـات ومعـادلات رياضية محددة للحصول على أفضل حركة ممكنة.

ومع التقدم الـذي تشـهده الحواسـيب في السرعـة والأداء وعمـل العلـماء عـلى تطـوير وتحسين الخوارزميات باستمرار، تزداد جودة هذه الحسـابات الأمـر الـذي جعـل الحواسـيب أفضل لاعبي الشطرنج على وجه الأرض.

يمكن وصف برامج الشطرنج في الحاسب الآلي هذه الأيام على الأقل بأنها شديدة التعقيد، إلا أن جميعها يتضمن حسابات عمياء بسيطة في التصميم. على سبيل المثال، إذا جهزت رقعة شطرنج لبداية لعبة جديدة، كل لاعب لديه 16 قطعة، يبدأ اللاعب الأبيض اللعب وسيكون للاعب الأبيض حينها20 حركة ممكنة كما يلي:

- يمكنه تحريك أي بيدق إلى الأمام خطوة واحدة أو خطوتين. (16 حركة ممكنة).
- يمكنه تحريك أي من الأحصنة بطريقتين مختلفتين. (4 حركات محتملة).
- يقوم بلعب إحدى هذه الحركات العشرين.

أما بالنسبة للاعب الأسود فإنه يوجد له نفس مجموعة الخيارات: عشرون حركة ممكنة. ويقوم اللاعب الأسود بحركاته.

والآن يقوم اللاعب الأبيض بحركته مرة أخرى. والحركة التالية تعتمد على اختيار اللاعب الأبيض للحركة، لكن تقريباً يوجد 20 حركة ممكنة للاعب الأبيض، وبعدها 20 حركة تقريباً للاعب الأسود لكن مع مراعاة حالة ومواقع القطع على الرقعة بالنسبة لكلا اللاعبين أي القطع التي أُعيقَت حركتها بقطع الخصم أو القطع التي تم أسرها، وهكذا!

هكذا ينظر الحاسب الآلي إلى الشطرنج. فهي بالنسبة له عبارة عن عالم "جميع الحركات الممكنة" والتي تؤدي إلى الفوز، ويقوم بعمل "شجرة" ضخمة لجميع هذه الحركات.

في بداية اللعبة، 20 حركة ممكنة للأبيض. تليها 20×20 حركة ممكنة للأسود أي 400 حركة ممكنة للأسود، مع الأخذ بعين الاعتبار حالة الرقعة الجديدة التي تغيرت بسبب حركة الأبيض سابقاً. ونفس الأمر بالنسبة لحركة الأسود القادمة، تقريباً 400×20 أي 8000 حركة ممكنة للأبيض، ثم 8000×20 أي 160 ألف حركة ممكنة للأسود.. وهكذا.

الآن، إذا أردنا حساب شجرة جميع حركات الشطرنج الممكنة، يكون عدد جميع الرقع الممكنة حوالي:

1،000،000،000،000،000،000،000،000
000،000،000،000،000،000،000،000،
000،000،000،000،000،000،000،000،
،000،000،000،000،000،000،000،000،
000،000،000،000،000،000،000،000

أي 10^120 (10 مرفوعة للقوة 120). وهو رقم عملاق جداً.

لا يوجد حاسب الآلي يمكنه القيـام بحسـاب كامـل شـجرة اللعـب. وإنمـا يقـوم برنـامج الشطرنج بتوليد شجرة حالات للرقعة لـ 5 أو 10 أو ربما 20 حركة مستقبلية فقط.

وعلى اعتبار وجود 20 حركة ممكنة مـن أجـل أيّـة حالـة رقعـة، تحـوي شـجرة حـالات الرقعة من المستوى الخامس على 3 200 000 حالة. بينما شجرة حالات بعمق 10 تحوي على 10 ترليونات حالة تقريباً.

يتحـدد عمـق الشـجرة التـي يمكـن للحاسـب الآلي حسـابها بسرعتـه، وأسرع حواسـيب الشطرنج في العالم يمكنها توليد وتقييم ملايين الحالات في الثانية الواحدة.

بعد توليد الشجرة يقوم الحاسب الآلي بتقييم الحالات. ويتم ذلك مـن خـلال النظـر إلى القطع على الرقعة والتقرير فيما إذا كانت إحدى الحركات "جيدة" أم "سـيئة" ويـتم التقـدير باستخدام ما يدعى دالة التقييم Evaluation Function.

أبسط دوال التقييم تقوم بعدّ قطع كل لاعب، فإذا كان الحاسب يلعب بالقطع البيضاء وله 11 قطعة على الرقعة ولدى اللاعب الأسود 9 قطع، تكون صيغة التقييم على الشكل التالي: 11-9=2.

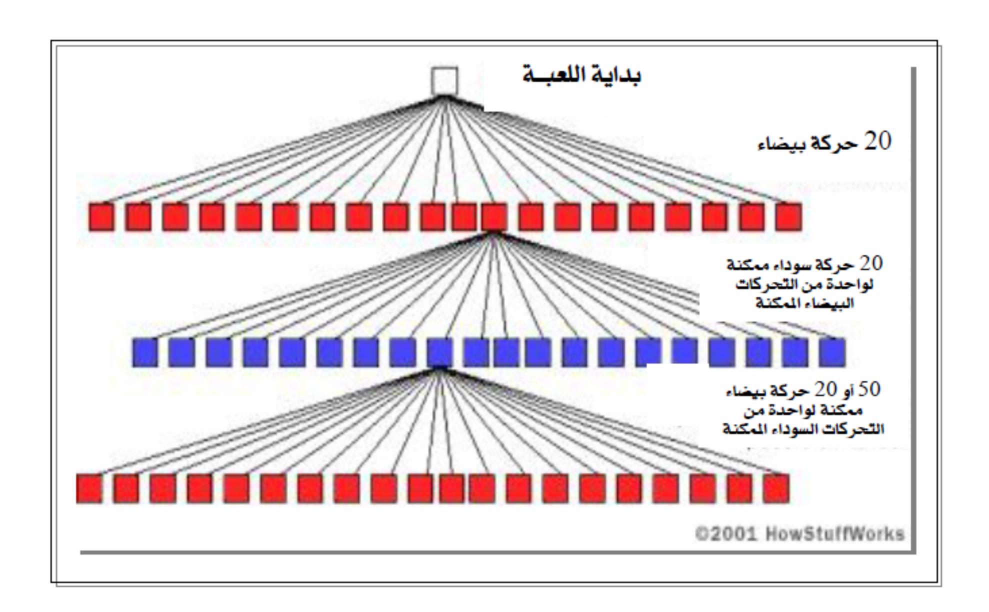
في 1980 تبين أن برمجة أجهزة الحاسب الآلي للعب الفتحات بشكل جيد في لعبة الشطرنج كانت مهمة صعبة جدا، لكن يبدو أن هناك الكثير من الاستثناءات حيث كانت هناك قواعد يجب اتباعها، فعلى سبيل المثال، يتعلم جميع المبتدئين في الشطرنج القاعدة الأساسية "لا تحرك الملك الخاص بك في وقت مبكر جدًا"، ومع ذلك ففي ظروف عديدة، بسبب تحديد القطع بشكل خاص، تكون هذه الخطوة (الملك بالتحديد) هي التي يمكن استخدامها لدحض الخصم في اللعب، وهذه الفرصة لا ينبغي تفويتها.

منذ الثمانينيات فصاعداً، أصبح من المعياري لبرامج الكمبيوتر فتح مكتبات تضم أكثر من مليون موقع لمساعدة البرامج في لعبها الافتتاحية. وقد أدى ذلك إلى فتح اللعب بواسطة برامج الكمبيوتر وانتهى بالمنطقة كفرع أكاديمي. ومع ذلك، تبرز خمسة أهداف حاسمة للعب الناجح في الشطرنج:

- تطوير القطع.
- التحكم في المركز
- الحفاظ على سلامة الملك
- التحكم في المسافات
- الإبقاء على توازن المواد.

ومهما تعقدت دالة التقييم، إلا أنها تُخفَّض إلى رقم واحد فقط يمثل "أفضلية" تلك الرقعة للعب.

فيما يلي مخطط شجرة بثلاث مستويات:



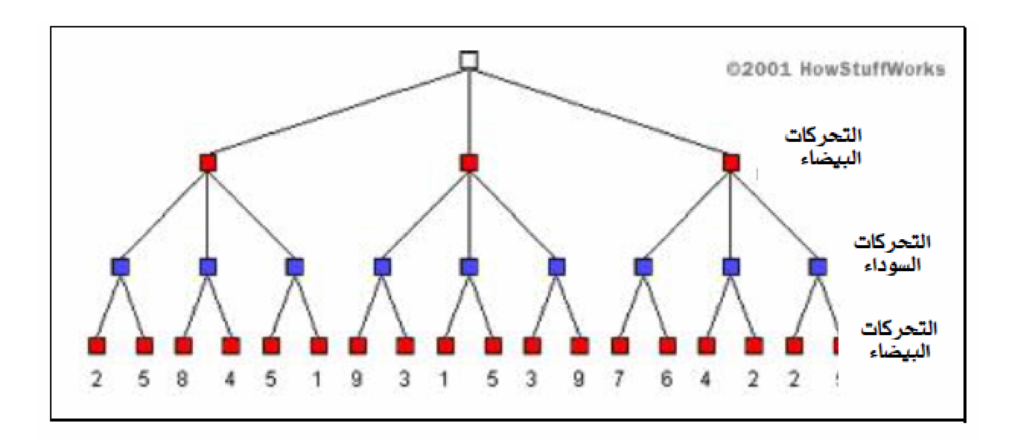
يظهر المخطط السابق شجرة من ثلاث مستويات تقوم بثلاث حركات إلى الأمـام، وفـيما يلي تحليل لمواضع الرقعة النهائية:

يلعب الحاسب بالقطع البيضاء ثم يقوم اللاعب الأسود بحركته ويترك موضع الرقعـة في أعلى الشجرة.

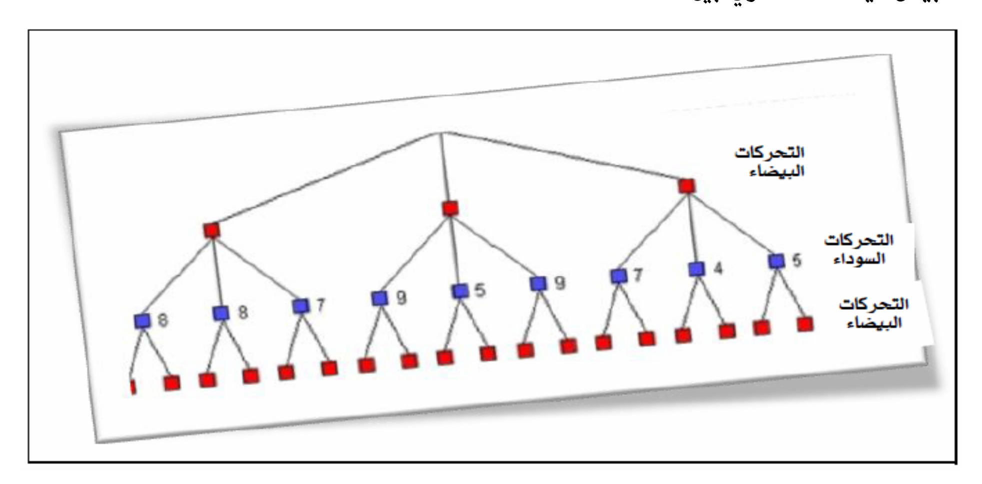
في هذه الشجرة، يمكن للأبيض القيام بثلاث حركات مختلفة. مـن كـل حركـة مـن هـذه الحركات يمكن للأسود القيام بثلاث حركات مختلفة.

ومن كل من هذه المواضع التسعة يمكن للأبيض القيام بحركتين مختلفتين.

ينظر الحاسب إلى هذه الشجرة ويعمل من الأسفل باتجاه الأعلى وذلك حتـى يقـرر مـا الحركة التي سيتخذها. وتعمل حساباته على إيجاد أفضل حالة للرقعة من بين جميع الحالات الممكنة التي سيقوم بها الأسود (فهو يأخذ العظمي بينها):

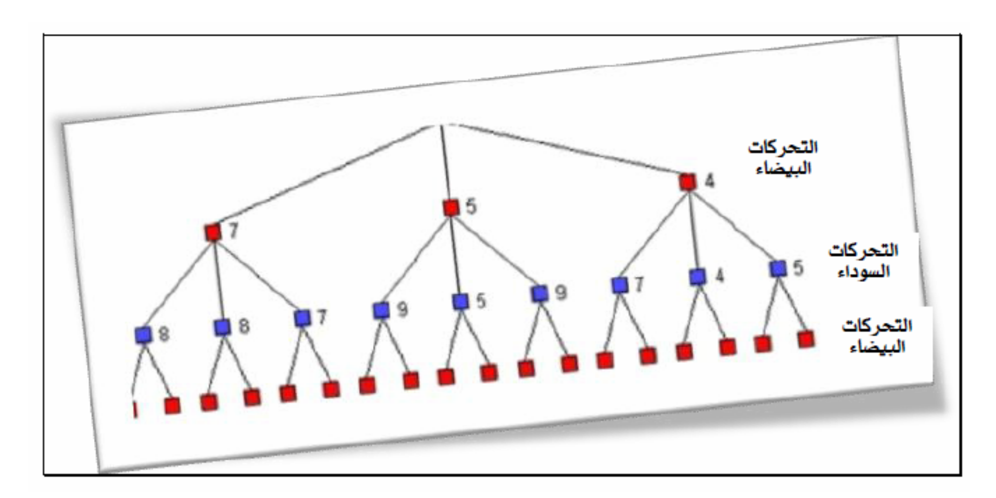


بالارتفاع مستوى للأعلى، يفترض بأن الأسود سيقوم بحركة لجعل الرقعة أسوأ ما يمكن للأبيض (يأخذ الأصغري بين الحالات الممكنة):



في النهاية، يقوم بأخذ الأعظمي بين أول ثلاثة أرقام: 7.

وهذه هي الحركة التي سيقوم بها الأبيض (الحاسوب هنا). وعند قيام الأسود باللعب مرة أخرى، سيعيد الحاسوب جميع الحسابات مرة أخرى بنفس الطريقة لكن مع مراعاة حالة الرقعة الجديدة.



تدعى هذه الطريقة بخوارزمية minimax وذلك لأنها تقوم بالتبديل بين إيجـاد القـيم العظمى والصغرى مع تقدم العمل بالشجرة (نحو الأعلى).

يمكن تسريع هذه الخوارزمية للضعف بتطبيق تقنية تحسين عليها تدعى alpha beta pruning، كما يتم التقليل من استهلاك الذاكرة أيضاً.

الأمر المميز أنّ هذه الطريقة البسيطة تعمل بشكل فعّال جـداً، فعـلى حاسـب بسرعـة جيدة يمكن للخوارزمية استشراف حركات مستقبلية بما يكفي للعب لعبة جيدة جداً.

وإن قمنا بإضافة تقنيات عن طريق الذكاء الصناعي، يمكن تعديل نتيجـة دالـة التقيـيم بالاعتماد على الخبرات السابقة الناتجة عن تحليـل الألعـاب السـابقة، وتتحسـن الجـودة مـع الزمن.

لاشيء كالإنسان! لكن عندما نتوصل إلى معرفة آليـة التفكـير لـدينا وإن تمكنـا مـن إنشـاء حاسب يستخدم نفس تقنيات التفكير البشرية للعب الشطرنج، حينها قد نكون حصـلنا عـلى شيء مميز...

وقـد تـم إطـلاق نظـام ذكـاء الاصـطناعي لـدى هـذا النظـام القـدرة عـلى تعلـم لعـب الشطرنج ذاتياً بشكل أقرب لقدرة البشر على تقيـيم التحركـات مقارنـةً بالطريقـة التقليديـة

التي تعمل بها آلات الشطرنج. وعندما يلعب النظام أمام مستويات المهارة البشرية، فإنه يحمل صفة بطل الاتحاد العالمي للشطرنج، وهذا يجعله متقدم بنسبة 2,2 % من لاعبي الشطرنج في البطولة.

يرتكز نظام الذكاء الاصطناعي الجديد على الشبكة العصبية التي تعالج المعلومات بشكل مستوحى مما يفعله البشر، بالإضافة إلى تدريب يرتكز على أمثلة عديدة تمكنه من تعلم وصقل أسلوبه في التعامل مع المسألة. يسمح ذلك لنظام الذكاء الاصطناعي تمييز أنماط معقدة للعبة الشطرنج، وتضيقها إلى ثلاث طرق مختلفة: تمثل الأولى الصورة الأشمل، وفيها يتم النظر إلى عدد ونوع قطع الشطرنج الخاصة بالنظام ومنافسه، وتحدد الثانية موقع كل قطعة من كلا الجانبين، أما الثالثة فتحدد الاستراتيجيات الضرورية للدفاع على رقعة الشطرنج.

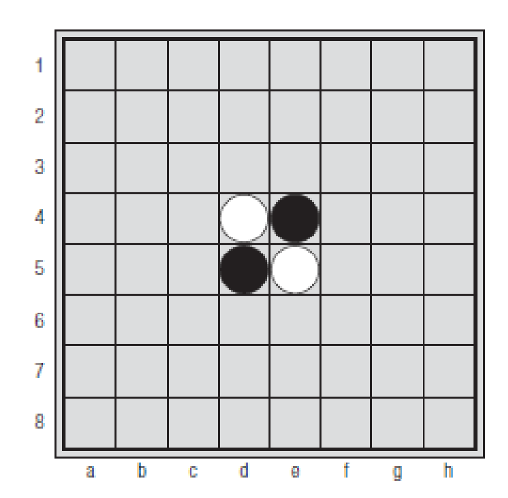
من أجل تدريب هذا النظام، استخدم لأي مجموعة بياناتٍ منسقة بعناية قائمة على أساس مباريات شطرنج حقيقية أنشئت من أكثر من خمسة ملايين موقف، ثم أضاف تنوعاً لكل موقفٍ وقام بنقله إلى الجهاز.

وأوضح لاي قائلاً "خلافاً لمعظم آلات الشطرنج الموجودة حالياً، لا يستمد غراف قوته في اللعب من خلال قدرته على الرؤية بعيدة المدى، ولكن من خلال قدرته على تقييم مواقف شائكة بدقة عالية، وفهم آلية تحديد المواقع المعقدة والتي تعتبر بديهيةً للإنسان، ولكنها لطالما كانت بعيدة المنال بالنسبة للآلات". وأضاف "يعد هذا هاماً للغاية في افتتاح واختتام مراحل اللعبة، والتي يجب لعبها بشكل استثنائي."

في مرحلة التدريب، وصل نظام الذكاء الاصطناعي بسرعةٍ لمستوى 6,000 نقطة. ولكن من الجدير بالذكر أنه في النهاية بلغ ذروته بتسجيل 9,700 نقطة وذلك بعد مضي 72 ساعة فقط.

لعبة Othello:

الهدف من لعبة Othello هو الحصول على أكبر عدد ممكن من الأقراص مـن لونـك في نهاية اللعب عندما تتم تغطيـة السـاحات البالغ عددها 64 مربعًا مـن لوحـة المربـع الثماني. مـع كـل خطـوة، تحسـس أقـراص الخصم الخاصة به إلى قرص اللون الخـاص بك عن طريق "المحيط" والتقاطها.



يبــدأ اللعــب بأربعــة أقــراص في منتصف اللوحة، وهـما أبيضـان وأسـودان. انظر الشكل التالي:

تعتبر الزوايا وبعض المربعات الأخرى حــول الأقــراص في الزوايــا الأربــع الأكــثر أهمية.

إن النضال من أجل السيطرة على الزوايا الأربع والساحات المحيطة بها أمر بالغ الأهمية للنجاح في Othello.

فيما يـلي كتلـه مـن التعـليمات البرمجيـة التـي توضـح أهميـة المربـع العـاشر (b2) في othello

```
If a1 = own THEN RETURN 100 END;
If a1 = opp THEN RETURN 2 END;
IF (g1 = opp) OR (a7 = opp) THEN RETURN – 100
END.
RETURN – 200.
```

تم تطوير هذا الكود بواسطة Kierulf في عام 1983، انظر الشكل التالي:

1	*	C					C	*
2	C	X					X	C
3								
4								
5								
6								
7	C	X					X	C
8	*	C					C	*
	a	b	c	d	e	f	g	h

Othello هي لعبة استراتيجية. سوف يفشل حتما لعب القوة الوحشية لمجرد محاولة التقاط الأقراص مع كل خطوة.

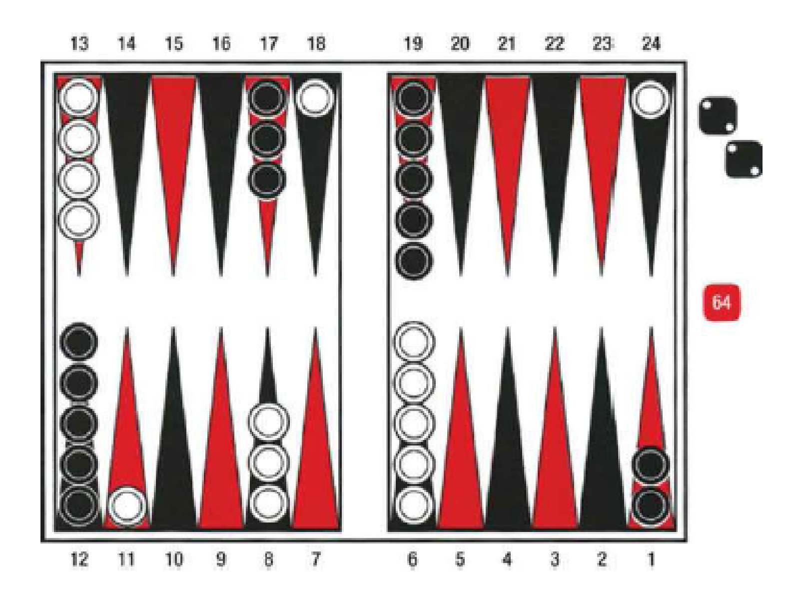
لسنوات عديدة، كان هناك اعتقاد عام بأن أفضل برامج Othello سوف تتغلب على أفضل اللاعبين البشريين، وعندما حدث هذا بشكل طبيعي في عام 1997، تربع برنامج Logistello على مقعد الفور.

في تسعينات القرن الماضي، فاز لوجيستيلو بـ 18 من أصل 25 بطولة شارك فيها، وفاز بالمركز الثاني ست مرات وحصل على المركز الرابع مرة واحدة، حيث يجمع البرنامج بين البحث العميق ووظيفة التقييم المتطورة التي تم ضبطها تلقائيًا، إلى جانب قاعدة بيانات شاملة لحركات الفتح واللاعب النهائي المثالي.

يشير شيفر إلى أن Othello هو مرشح لعبة الكمبيوتر المتقدمة التالية التي يجب حلها: "إن لعبة عطيل القرص هي لعبة شعبية تالية من المرجح أن تُحل، ولكنها تتطلب موارد أكثر بكثير مما كان مطلوبًا لحل لعبة الداما".

لعبة طاولة الزهر:

لعبة الطاولة، التي تم لعبها لأكثر من 5000 عام، سميت بـ "اللعبة السباق القصوى" ويمكن اعتبارها نسخة متطورة من لعبة الأطفال الشهيرة Parcheesi، حيث يكون هدف اللعب من خلال ما يصل إلى أربعة لاعبين هو السفر في جميع أنحاء لوحة اللعبة في أسرع وقت ممكن.



تتضمن لعبة الطاولة أيضًا عنصرًا دفاعيًا حيث يحاول اللاعبون إنشاء نقـاط تمنـع تقـدم الخصـم، كـما تجمـع الطاولـة بـين عنـاصر الصـدفة (الـنرد) وعنـاصر الإسـتراتيجية والحسـاب والإحتمالية والمخاطر والتحليل والتجربة والحدس والمعرفة.

إنها لعبة مهارية، على الرغم من أنه في لعبة فردية أو سلسلة ألعـاب قصـيرة، يمكـن أن يفوز المبتدئ أمام لاعب كبير. ويوضح الشكل التالي حركة افتتاحية بقلـم White عـلى لفافـة النرد 6-2. الخطوة التي يتم لعبها هي 24-18 و13-11.

من الواضح أن التحركات في لعبة الطاولة تستند إلى فرص إنشاء نقـاط آمنـة، والانتقـال إلى مواقع لتتحملها، واحتمالية الحاجة إلى التأقلم مع ضرب الخصم.

تعتبر إنجازات جيرالـد تيسـورو مـع TD-GAMMON 3.0 مـن خـلال مـا يقـرب مـن 1500000 لعبة selfplay ، حيث يتم تدريب نفسه باستخدام شبكة عصبية لتحقيـق وظيفـة التقييم الأكثر فعالية، تعتبر مساهمة كبيرة في AI.2 لتحقيق ذلك، بعد أن لعبت كل لعبة، تم استخدام تقنية تسمى تعلم الفرق الزمني (التعلم TD)من قبـل الشـبكة العصـبية لتحديـد المصطلحات التي لعبت أهم دور في نجاح البرنامج.

التعلم TD هو مزيج من الأفكار مثل أساليب مونت كارلو والبرمجة الديناميكية، يمكن أن تتعلم أساليب TD مباشرة من التجربة الخام دون نموذج لديناميات البيئة. مثل البرمجة الديناميكية، تقوم طرق TD بتحديث التقديرات ومستندة استنادًا جزئيًا إلى تقديرات أخرى مكتسبة، دون انتظار نتيجة فعلية يتم تشغيلها.

لعبة البوكر:

لعبة البوكر هي لعبة الورق التي اكتسبت شعبية في جميع أنحاء العالم في الكازينوهات، وعبر الإنترنت، وفي العديد من الأماكن الاجتماعية. وقد أدت شعبيتها باعتبارها لعبة تجمع بين المهارة والحظ إلى اهتمام كبير من قبل العديد من الكتب والبرامج الجديدة التي تحاول التقاط جوهر لعبة البوكر.

ولأن برامج الشطرنج تعمل على تكملة لعبة المعلومات المثالية، فإن أي محاولة لإضافة عناصر من علم النفس تستغل نقاط القوة والضعف البشرية تزخر بها. بالنسبة للبوكر، في المقابل، يجب أن يحاكي أي برنامج ناجح العناصر البشرية في اللعب، بما في ذلك العرقلة.

في لعبة البوكر الناجحة، يجب أن تختبئ من المعارضين وتخدعهم حول البطاقات التي تحتفظ بها ثم تعرض أوراقك في الوقت المناسب وفي أكثر اللحظات المناسبة.

ويلخص جوناثان شيفر، الرائد العالمي في برمجة ألعاب الكمبيوتر، لعبة البوكر في سياق ألعاب الكمبيوتر الأخرى:

اثنين من لاعبي ألعاب المعلومات الكمال هي نماذج رديئه من التعقيد في العالم الحقيقي! ومن ثم فإن أعضاء هذه الفئة من الألعاب محدودون في ما يعلموننا عن الذكاء الاصطناعي. في المقابل، إن ألعاب مثل لعبة البوكر (على سبيل المثال)، مع معلوماتها غير الكاملة، تحسِّن بشكل أفضل تعقيدات التفكير في العالم الحقيقي، وبالتالي، من الأرجح أن تستخدم في تقديم مساهمات جوهرية لفهمنا للذكاء الاصطناعي.

الفصل

السابع عشر

الذكاء الاصطناعي

في التعليم

ويشتمل هذا الفصل على النقاط التالية:

- ✓ ماذا يمكن أن يقدمه الذكاء الاصطناعي للتعليم؟
- ✓ تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التعليم
- ✓ المعلمون وأنظمة الذكاء الاصطناعي في التعليم
- ✓ المستقبل وأنظمة الذكاء الاصطناعي في التعليم

الفصل السابع عشر

الذكاء الاصطناعي في التعليم

يؤثر الذكاء الاصطناعي على النمو والإنتاجية في العديد من الصناعات مثل النقل والاتصالات والتجارة والتمويل. ومع ذلك، هناك استثناء مؤلم هو التعليم؛ حيث يتم استخدام عدد قليل جداً من أنظمة التعلم التي تعتمد على تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في الفصول الدراسية أو المنازل. على الرغم من أن إمكانية التأثير على التعليم كبيرة: فالبرنامج التعليمي اليوم يحقق احتياجات الفرد المتعلم، ويربط الطلاب ببعضهم، ويوفر الوصول إلى المواد الرقمية، ويدعم أدوات التعلم اللامركزية ويشرك الطلاب بطرق مفيدة.

بات واضحاً أن البيئة التعليمية الحالية (الفصول الدراسية الثابتة والمحاضرات المتكررة والكتب المدرسية المطبوعة الثابتة) غير قادرة على خدمة المجتمع ولا التأهيل لمتطلبات المستقبل. تعتبر الفصول الدراسية والكتب المدرسية المطبوعة غير ملائمة بشكل خاص للأشخاص الذين يستخدمون التكنولوجيا بشكل يومي. فالمواطنون الرقميون يتعلمون ويعملون بسرعة متناهية، من خلال المعالجة المتوازية، مع رسومات واتصال بالآخرين.

يتطلب تطبيق هذه الأفكار الجديدة حول التعلم البشري في بيئات التعلم الرقمية معرفة أعمق بكثير عن الإدراك البشري، بما في ذلك الاستراتيجيات التدريسية البنائية والنشطة الفعالة بشكل كبير. تعتبر تقنيات الذكاء الاصطناعي ضرورية لتطوير التمثيل والتفكير حول هذه الأفكار الإدراكية الجديدة ولتقديم تقدير أكثر ثراء لكيفية تعلم الناس وقياس النشاط التعاوني.

الذكاء الاصطناعي سوف يبدل قواعد اللعبة في مجال التعليم. في الواقع، يمكن اعتبار التعليم وذكاء الذكاء الاصطناعي وجهين لعملة واحدة: التعليم يساعد الطلاب على التعلم وتوسيع المعرفة المتراكمة للمجتمع، والذكاء الاصطناعي يوفر تقنيات لفهم الآليات الكامنة وراء الفكر والسلوك الذكي.

كان تطبيق الذكاء الاصطناعي في التعليم موضوع بحث أكاديمي لأكثر من ثلاثين عاماً. يدرس المجال (الذكاء الاصطناعي) التعلم أينما يحدث، في الفصول الدراسية التقليدية أو في أماكن العمل، من أجل دعم التعليم الرسمي والتعلم مدى الحياة. تستفيد أنظمة الذكاء الاصطناعي من تخصصات متعددة، وعلوم التعلم (التعليم، وعلم النفس، وعلم الأعصاب، واللغويات، وعلم الاجتماع، والأنثروبولوجيا) لتعزيز تطوير بيئات التعلم التكيفية وغيرها من أدوات الذكاء الاصطناعي التي تتسم بالمرونة والشمول والشخصية والانخراط، وفعالة.

الذكاء الاصطناعي في التعليم يقوم على تطبيق مبادئ العلوم والتخصصات ذات العلاقة بالعملية التعليمية، وما تم التوصل إليه من نتائج الأبحاث في نفس السياق. على سبيل المثال، يقدم البحث في العلوم التربوية وعلم الأعصاب رؤى أساسية بهدف تحسين التعلم الفردي. منها، يتعلم الطلاب الذين يعملون في فرق ومجموعات على مشاريع بشكل أفضل ويحصلون مزيداً من المعلومات (التعلم التعاوني/ التنافسي)، الطلاب الذين يطبقون على الفور ما يتعلمونه يحتفظون به أكثر (الممارسة)، والطلاب الذين يتلقون مساعدة من مدرسين بشريين يجيبون على الأسئلة بسرعة (الدعم)، مساعدة الطلاب على تحديد نقاط القوة والضعف لديهم (التغذية الراجعة)،... الخ. تطبيقات وأنظمة الذكاء

الاصطناعي توظف المبادئ السابقة وتحققها بالشكل الذي يؤدي إلى تحسين نواتج التعلم.

ماذا يمكن أن يقدمه الذكاء الاصطناعي للتعليم؟

هناك العديد من التطبيقات التي تعتمد على أنظمة الذكاء الاصطناعي في التعليم قيد الاستخدام بالفعل في مدارسنا وجامعاتنا، ومنها تقنيات تتبع واستخراج البيانات التعليمية data mining من أجل تتبع سلوكيات الطلاب، جمع البيانات حول الحضور بالفصول الدراسية، من أجل تعيين المهام وتوفير الدعم للطلاب المعرضين لخطر التخلي عن دراستهم.

يستكشف الباحثون في مجال الذكاء الاصطناعي واجهات مستخدم جديدة، مثل معالجة اللغات الطبيعية، التعرف على الكلام والإيماءات، تتبع العين، أجهزة الاستشعار الفسيولوجية الأخرى، والتي يمكن استخدامها لزيادة استخدامات الذكاء الاصطناعي في مجال التعليم.

يمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي تحليل العديد من نقاط البيانات التي لا يستطيع المعلم وحده قياسها. على سبيل المثال، دعنا نلقي نظرة على سؤال رياضيات متعدد الخيارات وما يمكن أن نتعلمه من خلال تحليل تفاعل الطالب. ففي الوقت الذي ينظر فيه المعلمين إلى نتيجة الطالب والعلامة التي حصل عليها، يمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي أن تتعمق أكثر لمعرفة المزيد حول المكان الذي يكافح فيه الطالب ويجد صعوبة فيه. ويمكن أن تبحث تقنيات الذكاء الاصطناعي في الأسئلة الفردية لتحديد ما إذا كان الطالب يعاني من المفهوم العام أو ربما هناك التباس في السؤال سبب ارباكاً للطالب. كما أنه من المهم في بعض الأحيان معرفة الإجابات الخاطئة التي اختاروها مقابل الإجابات التي استطاعوا اختيارها بطريقة صحيحة. ربما يكون السؤال مرتبطا بترتيب عمليات، وفي هذه الحالة يمكن أن تحدد تقنيات الذكاء الاصطناعي الخطوة التي غابت عن الطالب، وتساعدهم على تعلم الطريقة الصحيحة.

كما يمكن الاستفادة من نتائج تحليل البيانات في تحديد السرعة التي يجيب بها الطالب على الأسئلة، ومن ثم تحديد ما إذا كان الطالب قد أتقن الموضوع أم كان مجرد تخمين

متعلم. كما يمكن للذكاء الاصطناعي أن ينظر بشكل منفصل إلى كيفية إجابة الطلاب الآخرين من نفس العمر والصف الدراسي على سؤال معين وتحديد فائدة السؤال نفسه. في بعض الحالات، قد يكون السؤال منخفض التنسيق، مما يؤدي في نهاية المطاف إلى الارتباك. يمكن أيضاً استخدام الذكاء الاصطناعي للتفاعل مع أولياء الطلاب والمعلمين لتنبيههم من مناطق المشاكل.

اليوم الطلاب لديهم المزيد من الفرص للوصول إلى الأجهزة الإلكترونية أكثر من أي وقت مضى، وتستفيد الشركات من ذلك عن طريق إنشاء برامج تعليمية متطورة تسهل عملية التعلم من خلال مزاوجة البحث العلمي المعرفي مع التحليل التنبئي المتطور والذكاء الاصطناعي. وهناك برامج تقوم بتقديم العديد من الاختبارات القصيرة للطلاب على أجهزة الجوّال التي يجب عليهم الإجابة عنها بشكل صحيح قبل الوصول إلى أجهزتهم. يتم تحليل إجاباتهم ويتم تعديل صعوبة الأسئلة بناء على قدراتهم.

كما تستخدم تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحديد الفجوات في المعرفة والتوصية بأي موضوع يجب على الطالب دراسته بعد ذلك بناء على قدراته. على سبيل المثال، تم إنشاء TrueShelf من قبل عضو سابق في هيئة التدريس في برينستون اعتمد على محرك ذكاء اصطناعي يمكنه خلق أسئلة رياضية غير محدودة. يتم تحليل هذه الأسئلة بواسطة محرك الذكاء الاصطناعي الخاص بهم ويتم اتخاذ قرار بشأن نقاط القوة والضعف لدى الطالب.

تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التعليم:

هنا، نحن نركز على ثلاث فئات من تطبيقات للذكاء الاصطناعي التي تم تصميمها لدعم عملية التعلم بشكل مباشر: المعلمون الشخصيون لكل متعلم، ودعم ذكي للتعلم التعاوني، وواقع افتراضي ذكي:

(1) المعلمون الشخصيون لكل متعلم:

لطالما كان يُنظر إلى التدريس الفردي لشخص واحد باعتباره أكثر الطرق فاعلية في التعليم والتعلم. لكن للأسف، لا يمكن تحقيق ذلك في جميع الدروس، فعلى الأقل لن

يكون هناك ما يكفي من المدرسين البشريين لتحقيق ذلك. هذا يطرح السؤال التالي: كيف يمكننا أن نجعل التأثير الإيجابي للتعليم الفردي متاح لجميع المتعلمين في جميع المواد الدراسية؟

هذا هو المكان الذي تأتي فيه أنظمة التعليم الذكي. تُستخدم تقنيات الذكاء الاصطناعي لمحاكاة التعليم الفردي البشري، وتقديم أنشطة التعلم التي تتلاءم بشكل أفضل مع الاحتياجات المعرفية لدى المتعلم، وتقديم التغذية الراجعة المستهدفة في الوقت المناسب، كل ذلك بدون الحاجة إلى معلم فردي. بالإضافة لبعض أنظمة الذكاء الاصطناعي التي تضع تعلم الشخص المتعلم تحت السيطرة الخاصة من أجل مساعدة الطلاب على تطوير مهارات التنظيم الذاتي.

في 1970 استُخدمت بعض أنظمة الذكاء الاصطناعي الأولى لتقديم تعليم فردي وتكيفي. على سبيل المثال نظام BUGGY15، وهو نظام رائد مصمم لتعليم عمليات الجمع والطرح الأساسية، يقوم البرنامج على استخدام "مكتبة الأخطاء"، تقدم نموذج من المفاهيم الخاطئة المحتملة التي قد تظهر للطلاب في حساب إجرائهم. تم استخدام هذه الكتبة والتي تعد نموذجاً فعلياً لنطاق النظام لتشخيص كل خطأ يقدمه الطالب حتى يمكن تقديم الدروس المناسبة. في البداية، كانت المكتبة محدودة بسبب الأخطاء التي يمكن التعرف عليها، والتي تم تضمينها في التعليمات البرمجية الأصلية. لكن مع مرور الوقت، تم العثور على مفاهيم خاطئة إضافية تم إضافتها إلى المكتبة.

ومع تطور أنظمة الذكاء الاصطناعي تم توظيف تقنيات التعلم الآلي، وخوارزميات التدريب الذاتي القائمة على مجموعات كبيرة من البيانات، والشبكات العصبية، لتمكينها من اتخاذ القرارات المناسبة حول المحتوى التعليمي الذي يوفر للمتعلم.

على سبيل المثال، أُستخدم iTalk2Learn system16، المصمم لمساعدة الطلاب الشباب على التعرف على الكسور، والذي يتضمن معلومات حول معرفة الرياضيات لدى المتعلم، واحتياجاتهم المعرفية، وفعاليتهم (العاطفية) الطبقية، وردود الفعل التي تلقوها وردودها على هذه التعليقات.

يمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي في التعليم أن تعتمد على مجموعة من الأدوات لتحقيق المعلمون التكيفيون مع كل طالب منها:

- الحالة المعرفية والعاطفية للمتعلمين.
- الحوار لإشراك الطالب في خبرات التعليم السقراطي، وهي خبرات تعلم تنطوي على الاستفسار والنقاش والاستجواب والإجابة.
- نماذج المتعلم المفتوح لتعزيز التفكير والوعي الذاتي.
- توظيف السقالات التعليمية.
- استخدم نماذج المحاكاة الاجتماعية.

(2) تقديم دعم ذكي للتعلم التعاوني:

توصلت نتائج الأبحاث والدراسات على مدى عقود أن التعاون، سواء بين زوج من الطلاب الذين يقومون بتنفيذ مشروع معاً، أو مجتمع من الطلاب المشاركين في دورة تدريبية عبر الإنترنت، يمكن أن يعزز نتائج التعلم أكثر من التعلم الفردي. إن التعلم التعاوني فعال لأنه يشجع المشاركين على التعبير عن أفكارهم وتبريرها، التفكير في التفسيرات والحلول الأخرى، حل الخلافات من خلال الحوار البناء، وبناء المعرفة والمعنى للمشتركين. كما يمكن للتعلم التعاوني أيضاً أن يعمل على تعزيز الدافع لدى المتعلمين، ومن ثم يصبح الطلاب أكثر تفاعلاً مع المهمة ويحققون نتائج تعلم أفضل.

ومع ذلك، تشير الأبحاث أيضاً إلى أن التعاون بين المتعلمين لا يحدث بشكل تلقائي. على سبيل المثال، قد لا يكون لدى أعضاء المجموعة مهارات التفاعل الاجتماعي اللازمة للتعاون بفعالية، أو قد يكون ذلك صعباً بشكل خاص في سياق التعاون عبر الإنترنت، حيث نادراً ما يلتقي المشاركون شخصياً.

أنظمة الذكاء الاصطناعي يمكنها المساهمة في تحقيق التعلم التعاوني الفعال من خلال العديد من الأساليب، وهنا نركز على أربعة منها: تشكيل مجموعة التكيف، تيسير الخبراء، الوكيل الافتراضي، والفحص الذكي.

تشكيل مجموعة تكيفية:

تستخدم تقنيات الذكاء الاصطناعي في جمع معلومات حول الأفراد المشاركين، وغالباً ما يمثلون في نماذج المتعلم، وذلك بغرض تشكيل المجموعة الأنسب لمهمة معينة. قد يكون الهدف هو تصميم مجموعة من الطلاب على مستوى إدراكي مشابه، أو مصالح متشابهة بحيث يجلب المشاركون معارف ومهارات مختلفة ولكنها متكاملة.

تيسير (تسهيل) الخبراء:

يتم استخدام نماذج التعاون الفعال -المعروفة باسم "أنماط التعاون" -لتقديم الدعم التفاعلي للطلاب المتعاونين. هذه الأنماط يتم توفيرها بواسطة مؤلفي النظام أو يتم استخراجها من عمليات التعاون السابقة. على سبيل المثال، تم استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي مثل التعلم الآلي أو نمذجة ماركوف Markov لتحديد استراتيجيات حل المشكلات التعاونية الفعالة. ويمكن استخدام هذه الأنظمة لتدريب الأنظمة على معرفة متى يواجه الطلاب مشكلة في فهم المفاهيم التي يشاركونها مع بعضهم البعض، أو تقديم دعم مستهدف للنموذج الصحيح في الوقت المناسب. كما يمكنهم أيضاً إظهار مدى مساهمة الفرد في العمل الجماعي.

عوامل (وكلاء) افتراضية ذكية:

النهج الثالث يتضمن عوامل افتراضية ذكية يتم إدخالها في العملية التعاونية، حيث يمكن لوكلاء agent الذكاء الاصطناعي هؤلاء التوسط في تفاعل الطلاب عبر الإنترنت، أو المساهمة ببساطة في المحادثات، من خلال العمل كـ:

- مشارك خبير (مدرب أو مدرس).
- نظير افتراضي (طالب اصطناعي على مستوى إدراكي مماثل للمتعلم، ولكنه قادر على تقديم أفكار جديدة).
- شخص ما قد يدرُسه المشاركون بأنفسهم. على سبيل المثال، قد يحمل الطالب المصطنع مفاهيم خاطئة متعمدة أو يقدم وجهات نظر بديلة لتحفيز الجدل أو التأمل الإنتاجي.

الفحص الذكي:

مع وجود عدد كبير من الطلاب الذين يعملون في مجموعات تعاونية متعـددة، قـد يكـون مـن المسـتحيل عـلى أي شـخص إدراك الحجـم الكبـير للبيانـات التـي يولـدها المشـاركون في مناقشاتهم. يستخدم الإشراف الذكي تقنيـات الـذكاء الاصـطناعي مثـل الـتعلم الآلي ومعالجـة النصوص لتحليل وتلخيص المناقشات التعاونية لتمكين المعلم البشري من توجيه الطلاب نحـو التعاون المثمر. على سـبيل المثـال، قـد يـوفر النظـام تنبيهـات للمعلمـين البشريـين لإعلامهـم بأحداث مهمة (مثل خروج الطلاب عن الموضوع أو تكرار المفاهيم الخاطئة) التي قد تتطلب تدخلهم أو دعمهم.

(3) الواقع الافتراضي الذكي لدعم التعلم في البيئات الأصيلة:

ظهر الذكاء الاصطناعي لأول مرة في لعبة رقمية في عام 1979، عندما استخدم مطورو Pac-Man تقنية تعرف باسم "آلة الدولة" (الانتقال بين الدول اعتماداً على الظروف) للتحكم فيما إذا كان شبح يركض نحو أو بعيداً عن لاعـب. يعتمـد الـذكاء الاصـطناعي في معظـم الألعـاب الرقمية الحديثة عـلى هـذا الـنهج البسـيط. مـع تطـور القصـة المسـتندة إلى الألعـاب، تأخـذ الشخصيات المسـتقلة (الـوكلاء) المعلومـات مـن كـل مـن اللعبـة واللاعـب، وبنـاءً عـلى تلـك المعلومـات، تسـتخدم خوارزميـات الـذكاء الاصـطناعي لتحديـد الإجـراءات الأكـثر ملاءمـة لاتخاذها.

الواقع الافتراضي للتعلم يعمل بطريقة مماثلة. فهو يوفر تجـارب غـامرة أصـيلة (الانطبـاع الذاتي الذي يشارك فيه المرء في تجربة واقعية) تحاكي بعض جوانـب العـالم الحقيقـي التـي لا يكون متاح للمستخدم. مثل الوصـول للبيئـات الخطـرة، أو مكـان مـا لا يمكـن الوصـول إليـه جغرافياً أو تاريخياً. أظهرت الأبحاث أن إتاحة الفرصة أمام الطـلاب لاستكشـاف جوانـب مـن عالم مختلفة، التفاعل معها، وربما التحقيق في سيناريوهات "مـاذا لـو"، (مثـل "مـاذا لـو كـان هناك جفاف؟")، تمكنهم من نقل ما تعلموا للعالم الحقيقي الواقعي.

يصـبح الواقـع الافـتراضي "ذكيـاً" عنـدما يـتم تعزيـزه باسـتخدام الـذكاء الاصـطناعي.

يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي ببساطة لتعزيز العالم الافتراضي، مما يمنحه القدرة على التفاعل مع إجراءات المستخدم والاستجابة لها بطرق تبدو أكثر طبيعية، وقد يتم دمج الذكاء الاصطناعي أيضاً لتوفير الدعم والتوجيه الذكي المستمر لضمان أن يتفاعل المتعلم بشكل صحيح مع أهداف التعلم المقصودة دون أن يصبح مرتبكاً أو مكتظاً.

كما يمكن أيضاً تضمين العوامل(الوكلاء) التربوية الافتراضية، سواء كمعلمين أو ميسرين للتعلم أو نظراء الطلاب في "أسئلة" التعلم التعاوني. قد توفر هذه العوامل منظورات بديلة، وطرح الأسئلة، وتقديم التعليقات، وكل ذلك يعتمد على نموذج تربوي محدد بشكل صحيح. وفي سياق متصل أثبتت العديد من الدراسات أن الانغماس في الواقع الافتراضي الذكي يمكن أن يعزز النتائج التعليمية، مما يمكّن الطلاب من بناء فهمهم الفردي للعالم الذي يتم استكشافه.
تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التعليم

وفي ضوء جميع ما سبق يمكن الإشارة إلى بعض النماذج من تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال التعليم نذكر منها:

1- تطبيق المفكر الرياضيThinkster Math : هو تطبيق يمزج بين منهج الرياضيات ونمط التعلم الشخصي. يقوم التطبيق بمراقبة المعالجة العقلية لكل طالب والتي تتكشف بالتدريج على شاشة الكمبيوتر أو جهاز الأيباد، بحيث يعرض التطبيق على المستخدم مشكلات مختلفة مناسبة لقدراتهم، وبمجرد كتابة الطلاب كيف توصل إلى الإجابة، يحلل التطبيق عملهم ويحدد لماذا أخطأوا أو أساؤوا في فهم جزئية محددة في حل المشكلة. فالهدف من التطبيق هو تحسين المعالجة المنطقية لدى كل الطلاب من خلال تقديم تغذية راجعة فورية وشخصية.

2- موقعBrainly : عبارة عن موقع تواصل اجتماعي لأسئلة الفصل الدراسي، يسمح الموقع بطرح أسئلة الواجبات المنزلية وتلقى إجابات تلقائية من المتعلمين، مما يساعد الطلاب على التعاون للتوصل إلى إجابات صحيحة بأنفسهم. لدى الموقع مجموعة

متنوعة من الخبراء في المواد الدراسية يعملون على خلق بيئة صفية شبيهة بالفصول الدراسية.

3- شركة التكنولوجيات للمحتوى:Content Technologies هي شركة ذكاء اصطناعي للبحث والتطوير والتصميم التعليمي، وإنتاج حلول لتطبيقات المحتوى، تستخدم "التعلّم العميق" لإنشاء الكتب المدرسية المتخصصة التي تناسب احتياجات مقررات وطلاب محددين. يُدخل المعلمون توصيف المناهج إلى محرك تكنولوجيا المحتوى، وبعدها تستخدم مكينات تكنولوجيا المحتوى خوارزميات لإنتاج كتب ومواد دراسية شخصية استناداً إلى المفاهيم الأساسية للمناهج. تسعى هذه المبادرة إلى مساعدة الناشرين على إنشاء كتب مدرسية فعالة تحقق لكل متعلم فرص الحصول على تعلم فردي ذو طابع شخصي.

4- موقع :Mika يوفر الموقع أدوات تدريس قائمة على الذكاء الاصطناعي خاصة للمتعلمين كثيري الانشغال، والطلاب الذين يفتقدون في خضم زحام الطلاب إلى الاهتمام ذي الطابع الشخصي. يتخصص موقع ميكا في التدريس لطلاب المرحلة الجامعية لسد الفجوات في الحجرات الدراسية المكتظة بالطلاب، حيث يوفر لكل طالب عملية التعلم الخاصة به، ويجعل المتعلمين على دراية بما يحرزون من تقدم يومي، ويعدل الدروس وفقاً للاحتياج الخاص بكل طالب.

5- موقع :Netex Learning يتيح الموقع للمعلمين تصميم المنهج والدروس التعليمية وإتاحته عبر عدة منابر وأجهزة رقمية، كما يساعد الموقع أكثر المعلمين ذوي المهارات التقنية المتدنية على دمج عناصر تفاعلية مثل الصوت والصورة والتقييم الذاتي في تخطيطهم الرقمي للدروس، كل هذا في منصة افتراضية للتعلم ذو الطابع الشخصي. في هذا الموقع يمكن أن يبتكر المعلمون مواد فيها تخصيص للطالب جاهزة للنشر على أي منصة رقمية أثناء تقديم أدوات للمؤتمرات عبر الفيديو والمناقشات الرقمية والواجبات ذات الطابع الشخصي والتحليلات التعليمية التي توضح عروضاً مرئية للنمو الشخصي لكل طالب.

المعلمون وأنظمة الذكاء الاصطناعي في التعليم:

تساعد الأنظمة التعليمية الذكية مثل Third Space Learning ،Carnegie Learning المعلمين على التحرر من استخدام نهج (طريقة) واحد للجميع. تعمل منصات التدريس على تحليل البيانات الكبيرة للمتعلمين، والاستفادة منها في تزويد المدرسين بمعلومات حول أداء الطلاب ونقاط القوة والضعف لديهم بما يساعدهم على تحديد احتياجات التعلم الدقيقة وفجوة المهارات لكل طالب وتقديم إرشادات إضافية.

ومن ثم فالهدف من أنظمة الذكاء الاصطناعي في التعليم هو مساعدة المعلمين في الوفاء بمتطلبات عملهم على الوجه المطلوب، وليس كما يعتقد البعض من المعلمين أن يأخذ الذكاء الاصطناعي وظائفهم، أو أن يحد من دور المعلمين لصالح الروبوتات. في الحقيقة ليس هناك داعياً لقلق المعلمين من استيلاء الروبوتات على المدارس في المستقبل. فبينما يمكن للذكاء الاصطناعي أن يعلم الطلاب المهارات الأكاديمية أو يعزز المفاهيم الصعبة للطلاب الذين يعانون من بعض الصعوبات، فإنه لا يمكن أن يحل محل المعلم (الإنسان) في كثير من المهام.

في النهاية سيلزم دائماً وجود معلم (بشري) لإدارة البيئة الصفية، ولتشجيع الطلاب الذين بحاجة إلى تشجيع. كما أن جزء كبير من العملية التعليمية خاصة بالنسبة للأطفال يتضمن مهارات اجتماعية عاطفية، بالإضافة إلى التفكير الأخلاقي. ففي حين أثبتت برامج الذكاء الاصطناعي القدرة على تعليم الطلاب المهارات الأكاديمية (القراءة والكتابة والحساب)، إلا أن تدريس المهارات الاجتماعية والعاطفية والأخلاقية يظل أكثر تعقيداً. هذا النوع من التعلم يحتاج إلى لمسة إنسانية لا يستطيع توفيرها إلا من خلال المعلم البشري فقط.

أنظمة الذكاء الاصطناعي أصبحت في وضع جيد لتتولي بعض المهام التي يقوم بها المعلم حالياً من وضع العلامات (الدرجات) وحفظ السجلات، والعمل الإداري وغير ذلك، مما سيسمح للمعلم بالتحرر من المهام الروتينية والزمنية والبدء بتكريس المزيد من طاقاتهم إلى الأعمال الإبداعية التي تحقق نتائج تعليمية أعلى.

كثيراً ما تردد لدينا قول الخبراء "التكنولوجيا تجعل المعلمين السيئين أسوأ"، لـذلك لـيس هناك شك في أننا بحاجة إلى مواصلة الاستثمار في تدريبهم وتطورهم المهني. لا يمكن للآلة أن تحل محل المدرسين البشريين ولكنها يمكن أن تنقذهم من الانهيار تحـت الضـغوط. المسـاعد الآلي جيل واطسون هو خير مثال على كيفية مسـاعدة الأجهـزة الذكيـة في تخفيـف الضـغوط على المدرسين وفي الانتقال بهم إلى مرحلة إلى الموجهين والميسرين.

مساعد التدريس الآلي جيل واطسون

للمساعدة في عملية التدريس خـلال فصـل الربيـع، اسـتأجر أسـتاذ في جامعـة جورجيـا للتكنولوجيا مساعد تدريس لا مثيل له في العالم يدعي جيـل واطسـونJill Watson للإجابـة على أسئلة الطلاب عبر الإنترنت طول الفصل الدراسي، مما يخفف من الأعباء على عضو هيئـة التدريس. لكن في الواقع كان جيل واطسـون روبـوت مبنـي عـلى الـذكاء الاصـطناعي ولـيس إنساناً بشرياً.

في بداية هذا الفصل الدراسي، زود جويل Goel أسـتاذ التكنولوجيـا في جامعـة جورجيـا طلابه بقائمة تضم تسع مساعدين له، بما في ذلك جيل واطسون Jill Watson، يتلقـى جويـل ومساعديه التعليميون أكثر من عشرة ألاف سؤال في الفصل الـدراسي مـن الطـلاب في منتـدى الدورة عبر الإنترنت. أحيانا يتم طرح الأسئلة نفسها مراراً وتكراراً. بدأ جويل يتسـاءل عـما إذا كان يمكنه أتمتة عبء الإجابة على العديد من الأسئلة المتكررة وتـوفير خدمـة الـرد الآلي عـلى أسئلة الطلاب.

استقر جويل بعد البحث على IBM Watson، والذي استخدمه في العديـد مـن المشروعـات الأخرى، وهو نظام ذكاء اصطناعي للإجابة على الأسئلة. لتدريب النظام للإجابة عـلى الأسـئلة بشكل صحيح، قام جويل بتغذيته بمنشورات المنتدى مـن الفصـل الدراسـية السـابقة. أعطـى هذا جيل خلفية واسعة في الأسئلة الشائعة وكيف ينبغي الإجابة عليها.

اختبر جويل النظام بشكل خاص لعدة أشـهر، بعـد أن قـام مسـاعديه التعليميـون بفحـص ما إذا كانت إجابات جيل صـحيحة. في البدايـة واجـه النظـام مشـكلة التعامـل مـع الأسـئلة

المشابهة، قام جويل بإدخال تعديلات على البرنامج، وإضافة المزيد من طبقات اتخاذ القرار إليه. في النهاية وصل جيل إلى نقطة حيث كانت إجاباته جيدة بما فيه الكفاية.

"كان على جيل واطسون أن يكون مثالياً ككائن إنساني، لا أستطيع خلق حالة من الفوضى في غرفة الصف". "Ashok Goel"

فالنظام لا يقدم إجابة على سؤال الطالب إلا إذا كانت نسبة الثقة في صحة الإجابة تصل إلى 97 بالمائة، هناك العديد من الأسئلة التي لا تستطيع واتسون معالجتها والرد عليها تم حجز هذه الأسئلة لمساعدي التدريس البشرين.

يقوم جويل بتطوير واتسون للدخول إلى عالم التعليم الأوسع كمساعد في التدريس والرد على أسئلة الطلاب، ومن ثم يشكل واتسون مصدراً لا يقدر بثمن للدورات المفتوحة الضخمة عبر الإنترنت، حيث غالباً ما ينقطع الطلاب ولا يحصلون عادةً على فرصة للتفاعل مع مدرب بشري. كما يتوقع جويل أن يصبح التعلم عبر الإنترنت أكثر جاذبية للطلاب ويؤدي إلى نتائج تعليمية أفضل.

ومع حدوث هذا التحول، سيحتاج المعلمون إلى تطوير مهاراتهم واكتساب مهارات جديدة (ربما من خلال التطوير المهني الذي يتم تقديمه من خلال أنظمة الذكاء الاصطناعي). على وجه التحديد سوف يحتاجون:

- فهم متطور لما يمكن أن تقوم به أنظمة الذكاء الاصطناعي في التعليم لتمكينهم من تقييم وإصدار أحكام قيمة سليمة حول منتجات الذكاء الاصطناعي الجديدة.
- تطوير المهارات البحثية للسماح لهم بتفسير البيانات التي توفرها تقنيات الذكاء الاصطناعي، وطرح الأسئلة الأكثر فائدة للبيانات، وسير الطلاب من خلال نتائج تحليل البيانات.
- مهارات جديدة في العمل الجماعي والإدارة، حيث سيكون لكل معلم مساعدين من أنظمة الذكاء الاصطناعي، بالإضافة إلى مساعديهم المعينين في مجال التدريس، وسيكونون مسؤولين عن الجمع بين هذه الموارد وإدارتها على نحو أكثر فعالية.

المستقبل وأنظمة الذكاء الاصطناعي في التعليم:

في ظل زيادة أعداد الطلاب بالفصول الدراسية بمعدل أسرع بكثير من ميزانيات المدارس، وهذا يمكن أن يحد من التفاعل الفردي بين الطلاب والمعلمين. يري بعض الخبراء أن الضغط على موارد الفصول الدراسية ربما أدى إلى انخفاض الكفاءة في الوقت الحالي. كما وأن الطلب على حلول تربوية رخيصة يمكنها أن تكمل وقت الطفل في الفصل الدراسي يجعل أسواق صناعة تقنية التعليم قطاعا مشلول الحركة، ومن الملفت للنظر أن هذا القطاع وحتى وقت قريب، كان يفتقر إلى التطور المطلوب مما دفع كل من الشركات الناشئة والشركات التي لها سنوات عديدة في الصناعة لإيجاد حلول تعليمية تعتمد على استخدام الذكاء الاصطناعي للتفاعل مع الطلاب ومعرفة أين يتفوقون وأين يحتاجون إلى التحسين.

يرتبط مستقبل أنظمة الذكاء الاصطناعي في التعليم ارتباطاً وثيقاً بمستقبل الذكاء الاصطناعي بشكل عام.

1 - ميكنة (أتمتة) الأنشطة الأساسية في التعليم:

في الكليات والمدارس يمكن أن يكون تصحيح الواجبات المنزلية والاختبارات في المحاضرات الكبيرة عملاً مملاً، حتى لو تم تقسيمها على مراحل. كما تظهر هذه المشكلة حتى في الصفوف الدنيا، فيجد المعلمون في كثير من الأحيان أن التصحيح يأخذ وقتاً كبيراً، وهذا الوقت يمكن استخدامه للتفاعل مع الطلاب، أو التحضير للصف، أو العمل على التطوير المهني.

تتيح تقنيات الذكاء الاصطناعي إمكانية التقييم الآلي وتصحيح الواجبات المنزلية، وتتيح للمعلمين أن يقوموا بعمليات التقييم الآلي لما يقرب من جميع أنواع الاختبارات (الاختيار من متعدد، الصح والخطأ، تكملة الفراغ،... الخ)، وعلى الرغم أن برمجيات التقييم الآلي لكتابة الطالب لا تزال في مهدها ولا تصل إلى المستوى المطلوب ولكنها ستتحسن على مدى السنوات القادمة، مما يسمح للمعلمين بالتركيز أكثر على الأنشطة الصفية والتنمية المهنية أكثر من التركيز على الدرجات.

2- الحصول على دعم إضافي للطلاب من معلمين الذكاء الاصطناعي:

من الواضح أن هناك أشياء لا يمكن أن يقدمها إلا المعلمون البشريون ولا يمكن للآلات تقديمها-على الأقل حتى الآن-، سيشهد المستقبل المزيد من الطلاب يتم تدريسهم من قبل المعلمين الذين لا يوجد لديهم إلا في الصفر والواحد (لغة جهاز الكمبيوتر). حيث توجد بالفعل بعض برامج التعليم الخصوصي المبنية على الذكاء الاصطناعي والتي تساعد الطلاب في الرياضيات الأساسية والكتابة والموضوعات الأخرى.

يمكن لهذه البرامج تعليم الطلاب الأساسيات، ولكنها حتى الآن ليست مثالية لمساعدة الطلاب على تعلم مهارات التفكير والإبداع رفيع المستوى، وهو أمر لا يزال المعلمون الحقيقيون في حاجة إلى تحقيقه. ومع ذلك، لا ينبغي أن يستبعد ذلك إمكانية أن يتمكن معلمو الذكاء الاصطناعي من القيام بهذه الأشياء في المستقبل، في ظل الوتيرة السريعة للتقدم التكنولوجي الذي تميز بالعقود القليلة الماضية.

3 - منح أنظمة الذكاء الاصطناعي الطلاب والمعلمين تعليقات مفيدة:

لا تقتصر مهام برمجيات الذكاء الصناعي على مساعدة المعلمين والطلاب فقط في إعداد الدورات التدريبية التي يتم تخصيصها وفقاً لاحتياجاتهم، ولكنها يمكن أيضاً أن تقدم ملاحظات لكلاهما حول نجاح الدورة التدريبية ككل. تستخدم بعض المدارس خاصة تلك التي لديها مقررات تعليمية عبر الإنترنت أنظمة الذكاء الاصطناعي لمراقبة تقدم الطلاب ولتنبيه الأساتذة عندما يكون هناك مشكلة في أداء الطلاب.

تسمح هذه الأنواع من أنظمة الذكاء الاصطناعي للطلاب بالحصول على الدعم الذي يحتاجون إليه، ومن ثم توفير مزيداً من الوقت المهدر للمعلمين ينبغي عليهم البحث عن مجالات يمكنهم فيها تحسين التعليم للطلاب الذين قد يكونوا متعثرين في موضوع الدراسة. لا تقدم برامج الذكاء الاصطناعي في هذه المدارس المشورة بشأن الدورات التعليمية الفردية فقط، بل يعمل البعض على تطوير أنظمة يمكن أن تساعد الطلاب على اختيار التخصصات على أساس المجالات التي ينجحون فيها ويحققون بها درجات مرتفعة.

4 - تغير أنظمة الذكاء الاصطناعي دور المعلمين:

سيظل المعلم هو حجر الزاوية في العملية التعليمية، والعامل الرئيس لنجاحها، وسيكون هناك دائماً دور للمعلمين في مجال التعليم، ولكن قد يتغير هذا الدور وما ينطوي عليه من تغييرات بسبب التكنولوجيا الجديدة في شكل أنظمة حوسبة ذكية. كما ناقشنا فيما سبق، يمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي تولي مهام مثل تصحيح الاختبارات، ويمكن أن تساعد الطلاب على تحسين التعلم، وربما حتى تكون بديلاً عن الدروس الخصوصية في العالم الحقيقي. ومع ذلك، يمكن تكييف أنظمة الذكاء الاصطناعي لتناسب العديد من جوانب التدريس الأخرى أيضًا؛ يمكن برمجة أنظمة الذكاء الاصطناعي لتوفير الخبرة، العمل كمكان للطلاب لطرح الأسئلة والعثور على المعلومات، أو حتى يحتمل أن يحل النظام محل المعلمين في المواد الدراسية الأساسية. ومن ثم ستحول أنظمة الذكاء الاصطناعي دور المعلم إلى دور المُيسِّر.

سيقوم المعلمون بإعداد وإضافة الدروس لأنظمة الذكاء الاصطناعي، ومساعدة الطلاب المتعثرين، وتوفير التفاعل الإنساني والتجارب العملية للطلاب. من نواح عديدة، تقود التكنولوجيا بالفعل بعض هذه التغييرات في الفصل الدراسي، لا سيما في المدارس التي تعمل عبر الإنترنت أو تحتضن نموذج الفصل المعكوس Flipped classroom.

5 - الإشارة إلى الأماكن التي تحتاج إلى تحسين في المقررات التعليمية:

الذكاء الاصطناعي يمكن أن يساعد المعلم في تحديد الأماكن التي تحتاج إلى تحسين في المقررات التعليمية، فقد لا يدرك المعلمون دائماً وجود فجوات في محاضراتهم وموادهم التعليمية والتي يمكن أن تترك الطلاب مرتبكين حول مفاهيم معينة، عندما يتم العثور على عدد كبير من الطلاب يقدمون إجابة خاطئة على واجب منزلي، يقوم النظام بتنبيه المعلم على ذلك، ويمنح الطلاب رسالة مخصصة تقدم تلميحات إلى الإجابة الصحيحة، ومن ثم يساعد هذا النوع من الأنظمة على سد الثغرات في الشرح التي يمكن أن تحدث في الدورات، ويساعد على ضمان قيام جميع الطلاب ببناء واكتساب نفس الأساس المفاهيمي. فبدلاً من انتظار الاستماع من الأستاذ، يحصل الطلاب على ردود فعل فورية تساعدهم

على فهم المحتوى، وتذكر بكيفية القيام بذلك بشكل صحيح في المرة القادمة.

6 -تكيف البرامج التعليمية وفقاً لاحتياجات الطلاب (التعلم التكيفي):

أحد الطرق الرئيسة التي سيؤثر بها الذكاء الاصطناعي على التعليم بجميع مراحله التعليمية من الروضة إلى الدراسات العليا، هو من خلال تطبيق أعلى مستوى من التعلم الفردي. بعض هذا يحدث بالفعل من خلال الأعداد المتزايدة من برامج التعلم التكيفي، والألعاب، والبرمجيات التي تستجيب لاحتياجات الطلاب، مع التركيز بشكل أكبر على موضوعات معينة، وتكرار الأشياء التي لم يتقنها الطلاب، ومساعدة الطلاب بشكل عام على الدراسة والتعلم وفقاً للوتيرة الخاصة بهم، مهما كان ذلك.

يمكن أن يكون هذا النوع من التعليم المصمم خصيصاً ليتلاءم مع احتياجات وقدرات ومصالح الطالب الشخصية بمثابة حل بمساعدة الماكينة لمساعدة الطلاب بمستوياتهم المتباينة على العمل معاً في فصل واحد، نادراً ما يكون أحد المعلمين في الفصل الدراسي المكون من 30 طالباً قادراً على تلبية كل من هذه الاحتياجات. وبالتالي يمكن تخصيص طريقة تقديم المحتوى، والواجبات المنزلية ونوع الأنشطة المقدمة بناء على ملف التعريف الخاص بالطالب Profile، وعليه يمكن تنمية الاهتمامات وتعزيزها من خلال تعريض الطلاب لدورات ومحتوى مختلف.

لقد كان للتعلم التكيفي تأثيراً كبيراً على التعليم في جميع أنحاء البلاد (خاصة من خلال برامج مثل أكاديمية خان، Coursera)، ومع تقدم أنظمة الذكاء الاصطناعي في العقود المقبلة، فإن البرامج التكيفية من المرجح أن تتحسن وتتوسع.

7 -اكتساب مهارات القرن الحادي والعشرين:

هناك إدراك متزايد بأن ما يسمى بمهارات القرن الحادي والعشرين ضرورية لبيئات العمل الحالية والمستقبلية، هناك العديد من المجموعات التي تقدم قوائم للمهارات التي يحتاجها الأشخاص للانخراط بشكل كامل في العمل والمجتمع. لنأخذ مثالاً واحداً، اقترح المنتدى الاقتصادي العالمي 16 مهارة موزعة على ثلاث فئات:

1- المهارات التأسيسية (معرفة القـراءة والكتابـة، الحسـاب، محـو الأميـة العلميـة، الاتصـالات، وغيرها).

2- الكفاءات (التفكير النقدي، حل المشاكل، وغيرها).

3- صفات شخصية (حب الاستطلاع، المبادرة، تكيف، وغيرها).

في ظل أهمية هذه المهارات يجب أن تكـون جـزءاً مـن المنـاهج التعليميـة التـي تقـدم للطلاب، لكن هناك على الأقل اثنين من التحديات البارزة التـي تحتـاج إلى معالجـة إذا أردنـا تحقيق هذا:

1- يجب أن نطور مؤشرات موثوقة وصحيحة تسـمح لنـا بتتبـع تقـدم المتعلمـين في جميـع المهارات والقدرات اللازمة للنمو في القرن الحالي على مستوى الفرد والجماعة.

2- نحن بحاجة إلى فهم أفضل لأساليب التدريس الأكثر فعالية وسياقات التعلم التي تسمح بتطوير هذه المهارات.

أنظمة الذكاء الاصطناعي في التعليم تساعد على تحقيق هذا:

أولاً: لدى أنظمة الذكاء الاصطناعي الأدوات والتقنيات اللازمة لإجـراء التحليـل الـدقيق الذي يسمح لنا بتتبع تطور كل متعلم من المهارات والقدرات أثناء تفاعله والتعلم مـع مـرور الوقت. ويمكن بعد ذلك تجميع وتتبع هؤلاء المتعلمين عـلى النحـو المطلـوب لتـوفير المعرفـة حول التقدم على مستوى المدرسة والمقاطعة والبلد.

وسيساعد النطاق المتزايد لأجهزة التقاط البيانات -مثل البيانات البيولوجية، والتعـرف عـلى الصوت، وتتبع العين- أنظمة الذكاء الاصـطناعي عـلى تـوفير أنـواع جديـدة مـن الأدلـة التـي يصعب تقييمها في الوقت الحالي. على سبيل المثال، قـد يـتم تقيـيم تجربـة تعلـم قائمـة عـلى الممارسة والتي تتضمن عناصر حل المشكلات أو التعاون باستخدام مزيج من مصادر البيانات بما في ذلك التعرف على الصوت (لتحديد شخصية المتحدث)، وتتبـع العـين (لاستكشـاف عـلى ماذا يركز المتعلم من موارد التعلم المتاحة في الأوقات المختلفة).

ثانياً: سيؤدي الاستخدام المتزايد لأنظمة الذكاء الاصطناعي في التعليم إلى تمكين جمع البيانات الشاملة حول أي من ممارسات التعليم والتعلم تعمل بشكل أفضل. ستمكننا هذه البيانات من تتبع تقدم المتعلمين في مناهج التعليم المختلفة، وهذا بدوره سيتيح لنا تطوير كتالوج ديناميكي لأفضل الممارسات التعليمية المناسبة لتطوير المهارات والقدرات المختلفة، وخاصة مهارات القرن الحادي والعشرين، عبر مجموعة من البيئات.

والأهم من ذلك، أننا أثناء التحقيق من هذه الممارسات، سوف نكون قادرين أيضاً على ربط تقدم المتعلم بالسياقات التي حدث فيها التعلم، ثم بناء نماذج للسياقات في أنظمة الذكاء الاصطناعي الخاصة بنا. توجد بالفعل منهجيات حديثة تأخذ في الاعتبار العناصر السياقية مثل الفضاء المادي أو الافتراضي، الأشخاص المتاحون للمساعدة، وأدوات التعلم المتاحة مثل المنهج أو التكنولوجيا أو الكتب.

وبمرور الوقت، ستمكننا هذه النماذج من تحديد أفضل أساليب التدريس في السياقات المختلفة. وسوف تساعدنا في تحديد كيف يمكن تعديل العوامل السياقية (مثل مزيج من التكنولوجيا والمعلمين والبيئة) لتحسين فعالية طريقة تدريس معينة، وتقديم رؤى من شأنها أن تساعد الطلاب على اكتساب مهارات القرن الحادي والعشرين بالإضافة إلى أنواع أخرى من المعرفة.

1 - ستؤدي أنظمة الذكاء الاصطناعي إلى نهضة في التقييم:

نحن نردد التوكيد الذي أدلى به بيتر هيل ومايكل باربر Peter Hill and Michael Barber في الإعداد لنهضة في التقييم، وهو من المكونات الأساسية الثلاثة للتعلم (المناهج الدراسية، التعلم والتدريس، والتقييم). نحن نتفق أيضاً مع التأكيد على أن التكنولوجيا تحمل جزءاً من الحل. في المستقبل القريب، نتوقع أن أنظمة الذكاء الاصطناعي ستساهم في تحسين التقييم في ثلاث طرق رئيسة.

1) توفير التقييمات في الوقت المناسب لشكل التعلم:

إن الاستخدام المستمر والمتزايد للتكنولوجيات في التعليم سيسمح بجمع كميات متزايدة من البيانات عن المعلمين والمتعلمين. تتم بالفعل دراسة ما يسمى "البيانات الضخمة"، وبتحليل هذه البيانات وتقييمها بغرض تصفيتها للحصول على البيانات القيمة منها. على سبيل المثال، تم استخدام التحليلات بمستويات عالية من الدقة للتنبؤ بموعد فشل الطالب في إجراء تقييم أو "ترك الدراسة" من دورة تدريبية عبر الإنترنت.

وسرعان ما ستتكامل هذه التحليلات التعليمية بتطور تقنيات الذكاء الاصطناعي لتوفير معلومات في الوقت المناسب حول نجاحات المتعلمين وتحدياتهم واحتياجاتهم التي يمكن استخدامها في تشكيل تجربة التعلم نفسها. على سبيل المثال، ستعمل أنظمة الذكاء الاصطناعي على تمكين تحليلات التعلم من تحديد التغييرات في ثقة المتعلمين وتحفيزهم أثناء تعلم لغة أجنبية، مثلاً، أو معادلة صعبة.

يمكن بعد ذلك استخدام هذه المعلومات لتوفير التدخلات في الوقت المناسب لمساعدة الطلاب، والتي يمكن أن تكون في شكل دعم بمساعدة التكنولوجيا، والاهتمام الفردي من المعلم، أو مزيج من الاثنين.

2) تقديم رؤى جديدة حول كيفية تقدم المتعلم:

بالإضافة إلى حسن التوقيت، فإن البيانات المستقاة من تجارب التعليم والتعلم الرقمية ستقدم لنا رؤى جديدة لا يمكن التحقق منها باستخدام التقييمات الحالية.

على سبيل المثال، بالإضافة إلى تحديد ما إذا كان المتعلم قد أعطى الإجابة الصحيحة أم لا، يمكن تحليل مجموعات البيانات لمساعدة المعلمين على فهم كيفية وصول المتعلم إلى إجابته. قد تساعدنا البيانات أيضاً على فهم العمليات المعرفية بشكل أفضل، مثل التذكر والنسيان، والأثر الأساسي لهذه العمليات على التعلم ونتائج الطلاب. قد يحدد تحليل أنظمة الذكاء الاصطناعي للبيانات أيضاً ما إذا كان الطالب مرتبكاً أم يشعر بالملل أو الإحباط، وذلك لمساعدة المعلمين على فهم وتعزيز الاستعداد العاطفي لدى المتعلمين للتعلم.

3) المساعدة على تجاوز "التوقف والاختبار":

النماذج والتقنيات التي طورها باحثو أنظمة الذكاء الاصطناعي على مدى السنوات الخمس والعشرين الماضية قد أدت إلى ظهور المحيطات الرقمية المتصاعدة باستمرار على التعليم والتعلم، والتي تخبرنا كثيراً عن البيانات التي نحتاج لجمعها من أجل تقييم الطلاب أثناء تعلمهم.

مع تحليل أنظمة الذكاء الاصطناعي المستمر للأنشطة التعليمية للطلاب، لن تكون هناك حاجة إلى نهج التوقف والاختبار الذي يميز العديد من التقييمات الحالية. فبدلاً من التقييمات التقليدية التي تعتمد على تقييم عينات صغيرة من ما تم تدريسه من قبل الطلاب، سوف يتم دمج التقييمات التي تعتمد على أنظمة الذكاء الاصطناعي في أنشطة تعلم مجدية، ربما لعبة أو مشروع تعاوني، وستقوم بتقييم كل من التعلم (والتدريس) الذي يحدث، كما يحدث.

2 - تجسيد رؤى جديدة من علوم ومجالات متعددة:

كانت أنظمة الذكاء الاصطناعي دائماً تعتمد على مجالات متعددة التخصصات. وبالتحرك إلى الأمام، ستستمر أنظمة الذكاء الاصطناعي في الاستفادة من رؤى جديدة في تخصصات مثل علم النفس وعلم الأعصاب التعليمي لفهم عملية التعلم بشكل أفضل، وبالتالي بناء نماذج أكثر دقة تكون أكثر قدرة على التنبؤ، والتأثير على تقدم المتعلم ومثابرته.

مثال من علم التربية العصبية:

يشير بول هوارد جونز Howard-Jones، أستاذ علم الأعصاب والتعليم في جامعة بريستول، في أعماله إلى أن التعلم يمكن تحسينه عندما يكون مرتبطاً بالمكافآت غير المؤكدة، أي الحالات التي يعرف فيها المتعلم أن المكافأة قد تُمنح عند الانتهاء من مهمة، ولكن لا يوجد يقين من أن المكافأة ستظهر على كل مناسبات. هذا غير بديهي للممارسات التعليمية النموذجية حيث ترتبط المكافآت باستمرار بالنجاح.

يعتبر استخدام المكافآت غير المؤكدة أكثر شيوعاً في عالم ألعاب الكمبيوتر، ومن هنا الاهتمام الحالي بتصميم الألعاب التعليمية التي تستخدم التأثير للمكافآت غير المؤكدة لإشراك المتعلمين وتعزيز تعلمهم.

مثال من علم النفس:

منذ عدة سنوات، كان علماء النفس، وأبرزهم كارول دويك Carol Dweck من جامعة ستانفورد، يستكشفون دور "العقليات" في التعلم. ويميزون بين المتعلمين الذين يعتقدون أن الذكاء لا يتغير بمرور الوقت ("العقلية الثابتة") وأولئك الذين يعتقدون أن قدراتهم يمكن تطويرها ("عقلية النمو"). يرى المتعلمون الذين لديهم عقلية نمو تحديات على أنها أشياء يجب التغلب عليها؛ يستمرون ويقدرون الجهد أكثر، مما يؤدي إلى تمتعهم بقدر أكبر من النجاح كمتعلمين. هناك أدلة متزايدة على أنه يمكن تدريس عقلية النمو وأن تغيير عقليات الطلاب يمكن أن يكون له تأثير كبير على درجاتهم ودرجات اختبار التحصيل.

يوجد بالفعل دور للتكنولوجيا عندما يتعلق الأمر بمساعدة المتعلمين على تطوير عقلية نمو. لقد طور فريق كارول دويك علم العقل، وهو عبارة عن برنامج لتقديم الدعم والمحتوى لتعزيز عقلية النمو. كما أن إضافة الذكاء الاصطناعي إلى التكنولوجيا من شأنه أن يجلب المزيد من الاحتمالات. على سبيل المثال، مع أنظمة الذكاء الاصطناعي يمكن للنظام التكيف مع توجه أو عقلية المتعلم نحو عقلية النمو. سيكون بإمكان نماذج المتعلمين الأكثر تطوراً التعرف على عقليات المتعلمين، بما في ذلك كيفية التغيير مع مرور الوقت، وتكييف التعليم وفقاً لذلك. قد يتضمن ذلك تقديم تعليقات مستهدفة للمعلمين لتمكينهم من دعم كل متعلم لتطوير عقلية نمو في أكثر على نحو فعال.

-3 جعل التعلم بالتجربة والخطأ أقل تهديداً:

تعتبر التجربة والخطأ جزءاً هاماً من عملية التعلم، ولكن بالنسبة للعديد من الطلاب، فإن فكرة الفشل، أو حتى عدم معرفة الإجابة، هي حالة من الإحباط. لا يحب

البعض ببساطة الظهور أمام أقرانهم أو شخصيات السلطة مثل المدرس. إن نظام الكمبيوتر الذكي المصمم لمساعدة الطلاب على التعلم هو طريقة أقل صعوبة للتعامل مع التجربة والخطأ.

توفر برامج الذكاء الاصطناعي للطلاب طريقة للتعليم والتعلم في بيئة خالية نسبياً من الأحكام، خاصة عندما يستطيع معلمو الذكاء الاصطناعي تقديم حلول للتحسين. في الواقع، أنظمة الذكاء الاصطناعي هي الشكل المثالي لدعم هذا النوع من التعلم، لأن أنظمة الذكاء الاصطناعي نفسها غالباً ما تتعلم من خلال طريقة التجربة والخطأ.

4- تغيير مكان تعلم الطلاب، من يقوم بتدريسهم، وكيفية اكتسابهم المهارات الأساسية:

على الرغم من أن التغييرات الرئيسة قد تستمر لعدة عقود في المستقبل، إلا أن الواقع هو أن الذكاء الاصطناعي لديه القدرة على تغيير كل شيء تقريباً نأخذه بعين الاعتبار حول التعليم. باستخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي والبرمجيات التعليمية، يمكن للطلاب التعلم من أي مكان في العالم وفي أي وقت، كما يمكن للبرامج أن تأخذ مكان أنواع معينة من التدريس في الفصل، فتقوم أنظمة الذكاء الاصطناعي باستبدال المعلمين في بعض الحالات (للأفضل أو الأسوأ).

تساعد البرامج التعليمية التي تدعمها أنظمة الذكاء الاصطناعي الطلاب على تعلم المهارات الأساسية بالفعل، ولكن مع نمو هذه البرامج ومع تعلم المبرمجين والمطورين أكثر، فمن المرجح أن يقدموا للطلاب نطاقاً أوسع بكثير من الخدمات.

-5 تغيير طرق العثور على المعلومات والتفاعل معها:

المتابع الجيد يدرك أن أنظمة الذكاء الاصطناعي تؤثر بشكل كبير على المعلومات التي نراها ونتعامل معها على أساس يومي؛ تكيف محركات البحث Google وغيرها النتائج استناداً إلى المستخدمين، تقدم Amazon توصيات استناداً إلى عمليات شراء سابقة، تقترح Facebook، Youtube بناءً على تفضيلاتك، ويتكيف SIRI مع احتياجاتك وأوامرك،

وتقريبًا جميع إعلانات الويب موجهة نحو اهتماماتك وتفضيلات التسوق.

تلعب هذه الأنواع من الأنظمة الذكية دوراً كبيراً في كيفية تفاعلنا مع المعلومات في حياتنا الشخصية والمهنية، ويمكننا فقط تغيير كيفية العثور على المعلومات واستخدامها في المدارس والأوساط الأكاديمية أيضاً. على مدى العقود القليلة الماضية، غيّرت الأنظمة القائمة على تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي بشكل جذري كيفية تفاعلنا مع المعلومات ومع تكنولوجيا أحدث وأكثر تكاملاً، قد يكون لدى الطلاب في المستقبل تجارب مختلفة إلى حد كبير في إجراء الأبحاث والبحث عن الحقائق أكثر من طلاب اليوم.

6- تحقيق مبدأ شركاء في التعلم مدى الحياة:

جلبت أبحاث الذكاء الاصطناعي أنظمة رفيقة لعملية التعلم. وقد زودت هذه الأنظمة كل متعلم برفيق تعاوني قائم على الكمبيوتر. كان دور المصاحب هو التعاون والمنافسة لتحفيز تعلم الطلاب. يمكن أيضاً أن يكون الرفيق بمثابة معلم للمتعلم البشري، وبذلك يتعلم الطالب عن طريق التدريس وعرض المعلم القائم على الكمبيوتر أمثلة وإرشادات للطالب البشري، وتحديد ترتيب ومحتوى الموضوعات التي يتعين معالجتها.

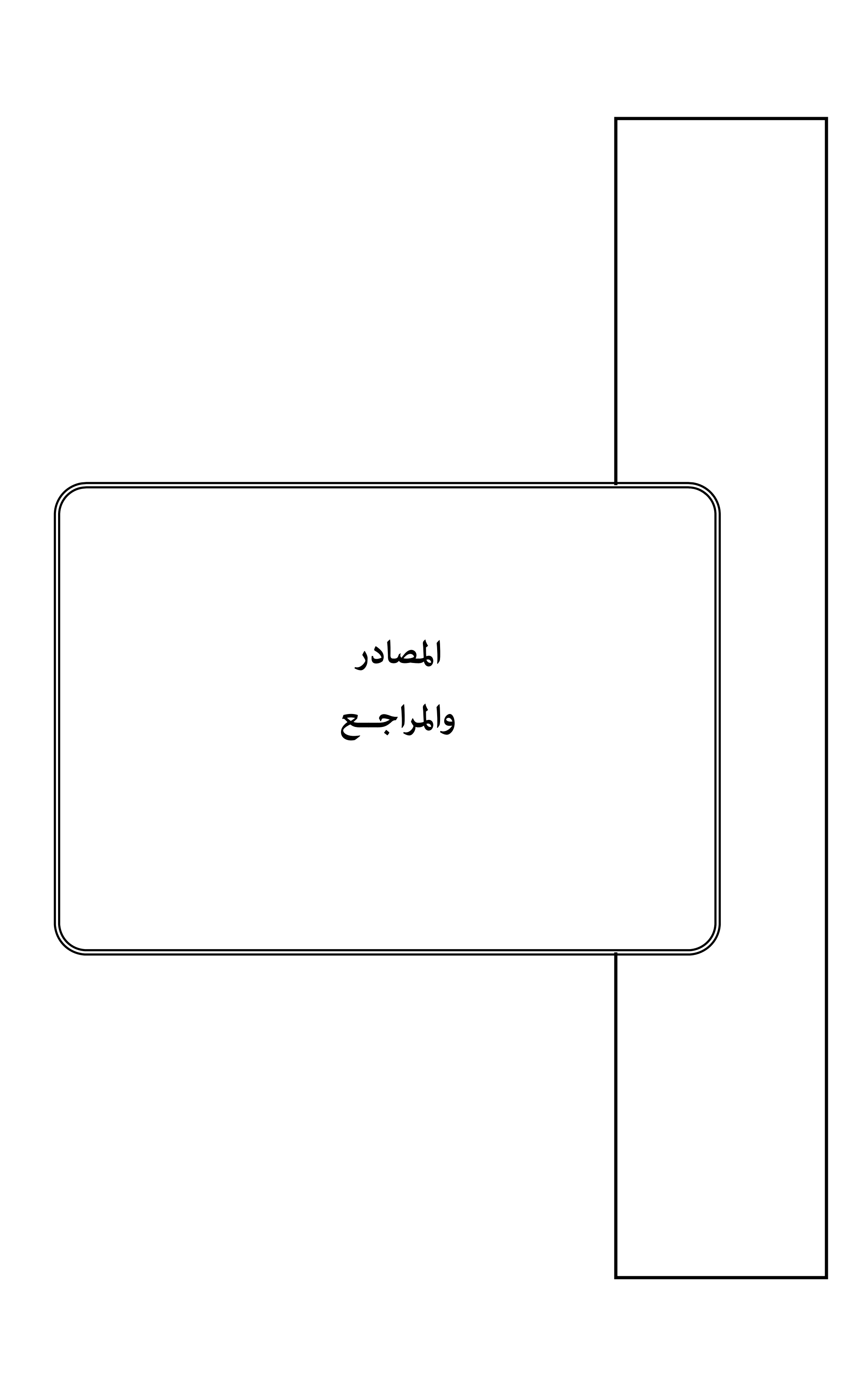
الجيل القادم من الشراكة والمصاحبة التعليمية سيوفر إمكانات هائلة لعمليات التعليم والتعلم في المستقبل. لا توجد عوائق فنية أمام تطوير أنظمة التعلم التي يمكن أن تصاحب وتدعم المتعلمين طوال دراستهم -داخل المدرسة وخارجها-. يمكن أن تستند هذه البرامج التعليمية مدى الحياة إلى الحوسبة، ويمكن الوصول إليها عبر العديد من الأجهزة، ويتم تشغيلها دون اتصال بالإنترنت حسب الحاجة.

7- مساعدة المدارس والكليات في العثور على الطلاب وتعليمهم ودعمهم:

البيانات الذكية Smart Data التي يتم الحصول عليها من أنظمة الكمبيوتر الذكية، تقوم بالفعل بإجراء تغييرات على كيفية تفاعل الكليات مع الطلاب المحتملين والحاليين، من حيث الالتحاق بالكلية إلى مساعدة الطلاب على اختيار التخصصات المناسبة،

فالأنظمة التي تدعم الذكاء الاصطناعي تساعد على جعل كل جزء من تجربة الكلية أكثر تخصيصاً لتلبية احتياجات الطلاب وأهدافهم.

تلعب أنظمة استخراج البيانات دوراً أساسياً على نحو متزايد في المشهد اليوم، فالذكاء الاصطناعي يمكن أن يؤدي إلى مزيد من التغييرات في التعليم العالي. المبادرات جارية بالفعل في بعض المدارس لتزويد الطلاب باقتراح من أنظمة الذكاء الاصطناعي، الأمر الذي يمكن أن يخفف من الانتقال بين الكليات والمدارس الثانوية. من يدري، يمكن أن تكون عملية اختيار الكلية أو التخصص بتوصية من نظام يوظف تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي يوصي بأفضل المدارس والبرامج لمصالح الطلاب مثل Amazon أو Netflix.



المصادر
والمراجــع

المصادر والمراجــع

Byeong Ho Kang, Hobart and Quan Bai., (2016). Advances in Artificial intelligence, available at http://www.springer.com/series/1244.

DiCerbo, K. E. & Behrens, J. T. (2014). Impacts of the digital ocean on education. London: Pearson.

Du Boulay, B., Rebolledo-Mendez, G., Luckin, R., Martínez-Mirón, E., & Harris, A. (2007). “Motivationally Intelligent Systems: Diagnosis and Feedback”. In: AIEd. 563–565.

DZone, Dawn PARZYCH, Artificial Intelligence vs. Machine Learning vs. Deep Learning, Sep 22, 2017.

Grawemeyer, B., Mavrikis, M., Holmes, W., & Gutiérrez-Santos, S. (2015). Adapting feedback types according to students’ affective states. In Conati, C., Heffernan, N., Mitrovic, A., & Verdejo, M. F. (Eds.). Artificial Intelligence in Education 17th International Conference, AIEd 2015. Madrid, Spain, June 22-26, 2015 Proceedings (Vol. 9112). Madrid, Spain: Springer International Publishing.

Hill, P. & Barber, M. (2014). Preparing for a renaissance in assessment. London: Pearson.

Jan Romportl, Eva Zackova and Jozef Kelemen., (2015). Beyond Artificial Intelligence. Library of Congress Control Number: 2014945745 V (8).

JERRY KAPLAN, (2016): ARTIFICIAL INTELLIGENCE: WHAT EVERYONE NEEDS TO KNOW, ISBN 9780190602390

John Wiley & Sons, (2018). Artificial Intelligence and Big Data. British Library Cataloguing-in-Publication Data, available from the British Library ISBN 978-1-78630-083-6.

Luckin, R. (2010). Re-designing learning contexts: Technology-rich, learner-centred ecologies. London: Routledge.

Mariusz Flasiński, (2016): Introduction to Artificial Intelligence, Library of Congress Control Number: 2016942517. ISBN 978-3-319-40020-4

McLaren, B. M., Scheuer, O., & Mikšátko, J. (2010). "Supporting Collaborative Learning and e-Discussions Using Artificial Intelligence Techniques". International Journal of Artificial Intelligence in Education. 20(1), 1–46.

Medium, Calum McClelland, The Difference Between Artificial Intelligence, Machine Learning and Deep Learning, Dec 4, 2017.

Nishith Pathak, (2017): Artificial Intelligence for.NET: Speech, Language, and Search, Kotdwara, Dist. Pauri Garhwal, India. ISBN-13 (pbk): 978-1-4842-2948-4

Quora, Youssef KHASHEF, What is the Difference between Neural Networks and Deep Learning?, Dec 19, 2015.

Randy Goebel, Yuzuru Tanaka and Wolfgang Wahlster (2016): Advances in Artificial Intelligence. 29th Australasian Joint Conference Hobart TAS, Australia, December 5–8, 2016,

Stephen Lucci and Danny Kopec., (2016). Artificial Intelligence in the 21ST Century. Library of Congress Control Number: 2015934535. Available at www.merclearning.com (800) 232-0223.

Stuart J. Russell and Peter Norvig, (2016): Artificial Intelligence A Modern Approach Third Edition, British Library Cataloguing-in-Publication Data A catalogue record for this book is available from the British Library. ISBN 13: 9781292153964.

Upton, K., & Kay, J. (2009). Narcissus: group and individual models to support small group work. In Houben, G., McCalla, G., Pianesi, F., & Zancanaro, M. User modeling, adaptation, and personalization (pp. 54-65). Berlin Heidelberg: Springer.

Vanlehn, K., Lynch, C., Schulze, K., Shapiro, J. A., Shelby, R., Taylor, L.,... & Wintersgill, M. (2005). "The Andes Physics Tutoring System: Lessons Learned". International Journal of Artificial Intelligence in Education. 15(3), 147-204.

Wolfgang Ertel, (2017): Introduction to Artificial Intelligence, Library of Congress Control Number: 2017943187. ISBN 978-3-319-58486-7

ARTIFICIAL INTELLIGENCE

كتاب الذكاء الاصطناعيّ: ثورة في تقنيات العصر، تم اختيار هذا العنوان بالتحديد؛ لن الذكاء الاصطناعيّ صاركيانا متواجدا في شتى مجالات العصر وتقنياته، فأنت تجده في تطبيقات وخدمات الأنترنت، وفي الكمبيوتر وتطبيقاته وألعابه المتقدمة، وفي الطب، وفي الصناعة، والزارعة، والهندسة، والتعليم، وغيرها من مجالات الحياة المختلفة، وما لها من تقنيات متعددة تقوم الآن في جوهر صناعتها على الذكاء الاصطناعيّ.

هذا الكتاب يتناول بين صفحتي غلافة ثمانية عشر موضوعا، تمثل في مجملها أهم الأبعاد و العناصر التي تهم القارئ في مجال الذكاء الاصطناعيّ أن يطّلع عليها؛ ليكون قاعدة صلبة يعتمد عليها أثناء حديثه عن الذكاء الاصطناعيّ، أو دارسته له أو بحثه فيه مع الأستزادة من المصادر الأخرى.

وقد حرصنا في هذا الكتاب على أن نقوم بالحديث عن جميع العناصر والموضوعات التي تهم القارىء أو الباحث في مجال الذكاء الاصطناعي، لتحقيق الهدف الأسمى، وهو توصيل العلم والمعرفة.





8 أشارع أحمد فخرى مدينة نصر – القاهرة . تليفاكس : 23490242- 23490419 (202)
elarabgroup@yahoo.com info@arabgroup.net.eg
www.arabgroup.net.eg